

Université de Montréal

**Profil d'activité physique des enfants et adolescents  
diabétiques de type 1**

par

Isabelle Michaud

Département de kinésiologie

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures et postdoctorales  
en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.)  
en Sciences de l'activité physique

Août 2015

© Isabelle Michaud, 2015

## Résumé

Les patients diabétiques de type 1 (DT1) ont avantage à avoir un bon contrôle glycémique pour réduire les effets négatifs à court et long terme d'un mauvais contrôle glycémique sur leur santé. Pour contrôler leur glycémie, ils doivent prendre de l'insuline, mais il est aussi recommandé qu'ils aient de bonnes habitudes de vie comme une nutrition appropriée et une pratique adéquate d'activité physique. Par contre, les patients DT1 ne suivent généralement pas les recommandations en activité physique et une partie du problème vient de leurs barrières personnelles à un style de vie actif, telle la peur des hypoglycémies. L'utilisation de la pompe comme traitement à l'insuline aide à mieux contrôler la glycémie, plus précisément l'hémoglobine glyquée, que les injections d'insuline, et le dispositif est de plus en plus prescrit chez les enfants et adolescents. Par contre, son impact sur la pratique des activités sédentaire et physique n'est pas encore bien connu. L'objectif de la présente étude est donc de révéler le profil d'activité physique complet, incluant les barrières à l'exercice et les habitudes de vie des parents, des enfants et adolescents DT1, selon leur type de traitement à l'insuline (pompe ou injections). L'étude a été conduite à la clinique d'endocrinologie du Centre hospitalier universitaire de Sainte-Justine (Montréal, Canada). Un questionnaire auto-administré a été complété par 188 patients DT1 âgés de 6 à 17 ans et un de leurs parents. Soixante pourcent des patients étaient des utilisateurs de la pompe à insuline. Il n'y avait pas de différence significative pour aucune des composantes du profil d'activité physique, des habitudes sédentaires et des barrières à l'exercice entre les patients DT1 utilisant les injections et ceux utilisant la pompe. La peur de faire des hypoglycémies était la barrière à l'activité physique principale pour les deux groupes de traitement. Les adolescents dont les parents pratiquaient une plus grande variété d'activités physiques faisaient plus d'activité physique d'intensité moyenne à élevée et passaient moins de temps devant les écrans. En conclusion, le type de traitement n'était pas associé à un style de vie plus sain chez les patients pédiatriques DT1, mais un profil d'activité physique parental varié était le facteur principal d'intérêt pour des habitudes de vie plus saines chez les adolescents DT1.

**Mots-clés** : patients pédiatriques, parents, diabète de type 1, habitudes de vie, traitement à l'insuline, barrières à l'exercice

## **Abstract**

Patients with type 1 diabetes (T1D) must control their glycemia to reduce short and long term adverse effects of a bad glycemic control on their health. To control glycemia, they have to take insulin, but it is also recommended that they have good lifestyle habits like appropriate nutrition and adequate practice of physical activity. However, T1D patients fail to follow physical activity guidelines and part of the problem might come from their personal barriers to an active lifestyle, like the fear of hypoglycemia. The use of the pump as insulin treatment helps to better control glycemia, more precisely the glycated hemoglobin, than the insulin injections, and the device is more and more prescribed in children and adolescents. However, its impact on sedentary and physical activity patterns is still not well known. The objective of the current study is thus to reveal the complete activity profile, including exercise barriers and parental lifestyle, of children and adolescents with T1D according to their insulin treatment (pump vs. injections). The study has been conducted at the endocrinology clinic of the Sainte-Justine University Hospital Center (Montreal, Canada). A self-administered questionnaire has been completed by 188 T1D patients aged 6 to 17 years old and one of their parents. Sixty percent of patients were insulin pump users. The study reveals no significant differences in any components of the physical activity profile, sedentary habits and exercise barriers between T1D patients using injections and pump. Fear of hypoglycemia was the main physical activity barrier for both treatments groups. Adolescents whose parents had the most diverse physical activity practice were doing more moderate-to-vigorous physical activity and less screen time. In conclusion, the type of treatment was not associated to a healthier activity lifestyle in T1D pediatric patients, but a varied parental physical activity profile was the main factor of interest for healthier habits in T1D adolescents.

**Keywords** : pediatric patients, parents, type 1 diabetes, lifestyle, insulin treatment, exercise barriers

# Table des matières

<b>Résumé</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ii</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>iv</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>v</b>
<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>vi</b>
<b>Remerciements</b> .....	<b>viii</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Recension des écrits</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Définition de diabète de type 1</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Contrôle de la glycémie: difficultés et conséquences possibles</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Traitement du diabète de type 1</b> .....	<b>6</b>
3.1. Traitement à l'insuline.....	6
3.2. Traitement par la nutrition .....	10
3.3. Traitement par l'activité physique .....	12
<b>Enjeux du projet</b> .....	<b>24</b>
<b>Article scientifique</b> .....	<b>25</b>
<b>Discussion</b> .....	<b>48</b>
<b>1. Retour sur les résultats de l'étude</b> .....	<b>48</b>
<b>2. Transfert des connaissances</b> .....	<b>54</b>
<b>3. Perspectives futures</b> .....	<b>56</b>
<b>4. Implication dans le projet</b> .....	<b>57</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>59</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>i</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 – Score moyen des 12 facteurs du BAPAD1 .....	21
---	----

## Liste des figures

Figure 1 – Représentation schématique des niveaux d’insuline d’une personne non diabétique	3
Figure 2 – Valeur d’HbA1c par type de traitement pour la période de l’étude .....	9
Figure 3 – Niveau d’hémoglobine glyquée par groupe d’âge et stratifié par fréquence d’activité physique régulière par semaine.....	14
Figure 4 – Bénéfices de l’activité physique sur la santé chez les personnes DT1 .....	17
Figure 5 – Association entre le score du BAPAD1 et l’énergie dépensée lors de l’activité physique estimée par accéléromètre .....	23
Figure 6 – Arbre de décision pour les ajustements à l’exercice des patients DT1 .....	51

## Liste des abréviations

<b>DT1</b>	Diabète de type 1; Diabétique de type 1
<b>HbA1c</b>	Hémoglobine glyquée
<b>kcal</b>	Kilocalorie
<b>kg</b>	Kilogramme
<b>L</b>	Litre
<b>min</b>	Minute
<b>mL</b>	Millilitre
<b>mmol</b>	Millimole
<b>p</b>	Valeur p (« <i>p-value</i> »)
<b>r</b>	Coefficient de corrélation

*À Théo*



## Remerciements

Merci à la Fondation CHU Sainte-Justine, à la Fondation J.A. De Sève, à la Faculté des études supérieures et postdoctorales, et au département de kinésiologie de l'Université de Montréal pour le soutien financier pendant ma maîtrise. Merci à Diabète Québec pour le support financier de l'étude.

Merci aux familles qui ont participé au projet, aux étudiants et professionnels impliqués dans le projet et à la clinique d'endocrinologie du CHU Ste-Justine.

Un merci spécial à François Désaulniers pour m'avoir fait croiser le chemin de Marie-Eve. Tu n'as pas idée à quel point ce petit geste a été un tournant important dans ma vie.

Merci à Karla et Lenka pour vos conseils, vos encouragements, votre flexibilité et votre écoute.

Merci à Marie-Eve de m'avoir guidée dans ce nouvel univers. Merci pour ton soutien, pour ta générosité, pour ton écoute et pour la belle complicité qu'on a développée.

Un merci final à ma famille, sans qui ce retour aux études n'aurait pas été possible. Merci à Jean-Lou pour ton support et pour avoir cru en moi depuis le début. Merci à Rose et Théo pour votre patience.

# Introduction

Le diabète de type 1 (DT1) est une maladie qui arrive habituellement assez tôt dans la vie, soit au courant de l'enfance, de l'adolescence ou au début de l'âge adulte. Le traitement de cette maladie est plutôt complexe et, contrairement au diabète de type 2, aucune prévention n'est possible pour empêcher le développement de la maladie. Par contre, il est possible de mieux contrôler la glycémie et d'améliorer la qualité de vie et l'espérance de vie des personnes DT1 en utilisant un traitement à l'insuline adéquat et en adoptant de bonnes habitudes de vie, c'est-à-dire en s'assurant d'avoir une alimentation et un programme d'activité physique appropriés.

Cependant, les personnes DT1 ont souvent des barrières à l'exercice les empêchant de pratiquer de l'activité physique de façon régulière. Une des barrières fréquente est la peur de faire des hypoglycémies dans la période entourant la séance d'exercice. Il existe néanmoins des stratégies afin de diminuer les épisodes d'hypoglycémies et d'hyperglycémies lors de la pratique d'activité physique. Ces méthodes ont intérêt à être adoptées par les personnes DT1 pour diminuer leurs barrières et les inciter à faire davantage d'activité physique. Ceci est d'autant plus important considérant que ces patients ne respectent ni les recommandations en activité physique, ni celles sur le maximum de temps passé devant les écrans, comme l'ordinateur et la télévision, ce qui a des répercussions négatives sur leur contrôle glycémique et leur santé.

Les prochaines sections permettront de mieux comprendre les enjeux reliés au contrôle glycémique des personnes DT1, en passant par le type de traitement à l'insuline, la nutrition et l'activité physique. Il sera aussi question de la pratique d'activité physique, de la condition physique et des barrières à l'exercice des patients DT1. Le cas des enfants et des adolescents sera plus particulièrement à l'honneur.

## **Recension des écrits**

Dans cette section, il sera d'abord question des bases du DT1, dont la définition de la maladie et les difficultés entourant le contrôle glycémique. Une explication des différentes options de traitement de la maladie par l'insuline, la nutrition et l'activité physique suivra. Ce dernier thème sera approfondi en présentant entre autres l'impact de l'activité physique sur le contrôle glycémique, le portrait d'activité physique des enfants et adolescents DT1, ainsi que les barrières à l'adoption d'une vie active. Il est à noter que par souci de conformité avec les lignes directrices de l'Association canadienne du diabète et plusieurs publications scientifiques, les unités en mmol/L ont été privilégiées.

### **1. Définition de diabète de type 1**

Le diabète est une maladie causée par un problème de production d'insuline par le pancréas, un défaut au niveau de l'action de l'insuline ou les deux (Diabète Québec, 2014; Goldenberg & Punthakee, 2013). Selon les lignes directrices de l'Association canadienne du diabète, il existe plusieurs types de diabète, soit principalement le DT1, le diabète de type 2 et le diabète gestationnel (Goldenberg & Punthakee, 2013). Au Canada, les critères diagnostiques du diabète chez les patients pédiatriques sont une glycémie  $\geq 7$  mmol/L à jeun ou  $\geq 11,1$  mmol/L deux heures après un test oral de tolérance au glucose ou un glucose plasmatique  $\geq 11,1$  mmol/L à tout autre moment de la journée (Goldenberg & Punthakee, 2013). Selon ces lignes directrices, il est important de faire la distinction entre le DT1 et le diabète de type 2 lors du diagnostic, puisque ces deux types de diabète ne requièrent pas le même type de gestion de la maladie. Quatre-vingt-dix pourcent des enfants et adolescents diabétiques présentent un DT1 (Public Health Agency of Canada, 2011). La personne DT1 se distingue par le fait que les cellules bêta pancréatiques sont détruites et elle doit donc impérativement avoir recours à un traitement à l'insuline pour gérer sa maladie et ce, dès le diagnostic initial (Goldenberg & Punthakee, 2013; Wherrett, Huot, Mitchell, & Pacaud, 2013).

Pour une personne non diabétique, le niveau d'insuline augmente après les repas pour faire diminuer la glycémie (Figure 1) (Plotnick & Clark, 2001). La quantité et le type de nourriture ingérée au repas détermine la quantité d'insuline qui est produite par le pancréas (Plotnick & Clark, 2001). Avec son traitement à l'insuline, la personne diabétique cherche à s'approcher le plus possible de la production physiologique d'insuline pour éviter les hypoglycémies ( $<4$  mmol/L) et les hyperglycémies ( $>7$  mmol/L à jeun ou  $>10$  mmol/L deux heures après un repas). Malgré plusieurs injections par jour qui ne reflètent pas aussi bien le contrôle en continu du pancréas, la reproduction de la situation normale n'est que partielle (Clayton, Woo, & Yale, 2013; Imran, Rabasa-Lhoret, & Ross, 2013).

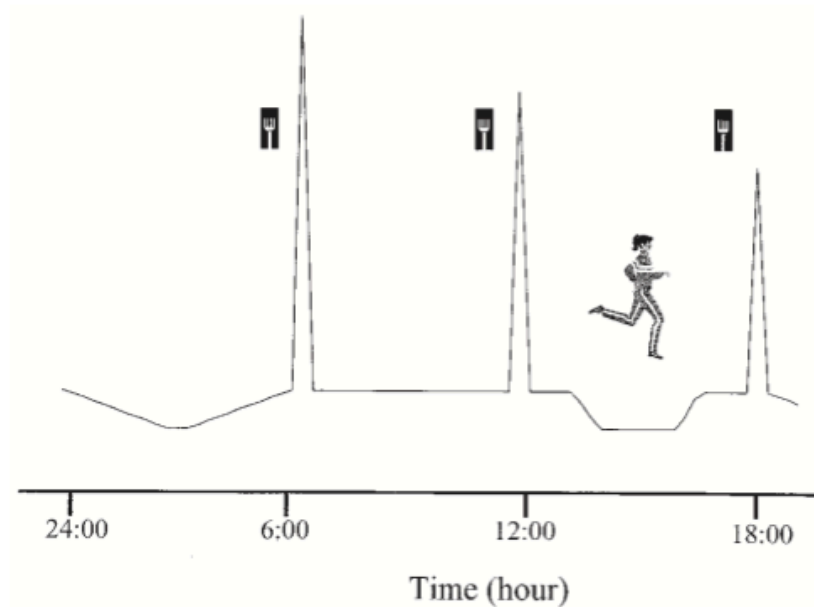


Figure 1 – Représentation schématique des niveaux d'insuline d'une personne non diabétique

Source : Plotnick and Clark (2001)

## **2. Contrôle de la glycémie: difficultés et conséquences possibles**

Un contrôle optimal de la glycémie est primordial pour une bonne gestion du diabète (Imran et al., 2013). Parmi les défis du contrôle de la glycémie se trouvent les hypoglycémies et les hyperglycémies. Les hypoglycémies peuvent être causées par plusieurs facteurs possibles comme une trop forte dose d'insuline, un surplus d'activité physique, l'omission d'un repas ou une consommation trop grande d'alcool (U.S. Department of Health and Human Services, 2012). Les facteurs de risque les plus importants des hypoglycémies sévères chez les personnes DT1 incluent le fait d'être à l'âge préscolaire ou dans l'adolescence (Diabète Québec, 2014), indiquant l'importance des actions thérapeutiques et de suivi entreprises à ces périodes.

À court terme, une hypoglycémie sévère peut générer de la confusion, une crise, une perte de conscience, le coma et des blessures (Clayton et al., 2013; U.S. Department of Health and Human Services, 2012). Une fréquence élevée d'hypoglycémies sévères est associée à une augmentation de la peur des hypoglycémies, surtout chez les femmes (Anderbro et al., 2010). Il est par ailleurs documenté qu'un niveau de sévérité des hypoglycémies élevé affecte la qualité de vie des patients (Alvarez-Guisasola, Yin, Nocea, Qiu, & Mavros, 2010). À plus long terme, les hypoglycémies sévères peuvent résulter en des complications sérieuses pour la santé comme une détérioration intellectuelle et des séquelles neurologiques permanentes (Clayton et al., 2013).

Les causes des hyperglycémies sont pour leur part une consommation plus élevée en glucides que d'habitude, une baisse dans le niveau d'activité physique, un oubli d'une dose d'insuline et le stress (American Diabetes Association, 2014). À court terme, une hyperglycémie peut engendrer des symptômes comme les vomissements, la déshydratation et la confusion. Si une hyperglycémie n'est pas traitée, elle peut dégénérer en une acidocétose, appelée plus communément le coma diabétique (American Diabetes Association, 2014). Cet état est dangereux pour la vie du patient et doit donc être traité immédiatement. Les hyperglycémies peuvent engendrer plusieurs complications à plus long terme. Par exemple, il y a

significativement plus d'athérosclérose chez les adolescents DT1 que chez les jeunes non diabétiques, causée essentiellement par les hyperglycémies fréquentes chez ces premiers (Kavey et al., 2006). Les patients DT1 ont aussi plus de risques d'être atteints de maladies cardiovasculaires athérosclérotiques et ils ont en général une espérance de vie écourtée avec un âge cardiovasculaire de 10 à 15 ans plus avancé que leur véritable âge (Stone, Fitchett, Grover, Lewanczuk, & Lin, 2013).

Plusieurs difficultés sont liées au contrôle de la glycémie pour les patients DT1. Chez les enfants et adolescents avec le diabète, cinq facteurs qui rendent le contrôle de la glycémie et les complications difficiles à gérer ont été ciblés par B. J. Anderson and McKay (2011). Selon ces auteurs, le premier facteur de cinq est lié aux problèmes développementaux. Pendant la puberté, les adolescents développent naturellement une résistance à l'insuline, ce qui implique des ajustements fréquents des doses. Les changements dans les relations avec les amis et la famille font en sorte qu'il y a un grand défi d'adhésion au traitement pendant cette période. Le deuxième facteur est d'ordre psychologique. La prévalence de problèmes psychologiques pour les jeunes DT1 est équivalente ou plus grande que celle de la population générale. Néanmoins, les difficultés à contrôler la glycémie et les hospitalisations plus fréquentes chez les adolescents DT1 ayant des problèmes psychologiques font augmenter les risques de complications. Le troisième facteur relève du niveau familial. La famille a un rôle prédominant dans le contrôle glycémique et le bien-être psychologique du jeune ayant le DT1. La non implication des parents, la présence de conflits parent-enfant, la présence d'un seul parent, le faible statut socioéconomique et le fait d'être une minorité ethnique sont des facteurs qui augmentent les risques d'avoir un mauvais contrôle glycémique. Le quatrième facteur est lié aux problèmes de la transition de l'adolescence vers l'âge adulte. L'absence de programmes de transition d'un suivi pédiatrique vers un suivi adulte et le fait que les parents deviennent souvent moins impliqués dans le diabète de leur enfant lorsque ceux-ci arrivent à l'âge adulte peuvent engendrer des difficultés à contrôler la glycémie. Le cinquième et dernier facteur concerne le statut socioéconomique et l'origine ethnique. Les familles avec un faible statut socioéconomique et qui sont une minorité ethnique ont une plus grande prévalence d'être monoparentales et ont une plus grande difficulté à adhérer au traitement à l'insuline. Ceci expliquerait la plus grande difficulté à contrôler la glycémie de certains patients.

Il s'avère primordial de surmonter les difficultés liées au contrôle de la glycémie pour avoir une gestion adéquate de la maladie chez les personnes DT1 et ainsi éviter les hypoglycémies et les hyperglycémies ainsi que les complications qui s'ensuivent. Le cas des jeunes s'avère particulièrement d'intérêt.

### **3. Traitement du diabète de type 1**

Les personnes DT1 doivent être traitées pour assurer leur survie et leur qualité de vie. En plus du traitement à l'insuline, la nutrition et l'activité physique font partie intégrante de l'autogestion de la maladie pour améliorer la qualité de vie et apporter des bénéfices importants pour la santé des personnes DT1.

#### **3.1. Traitement à l'insuline**

L'insuline, hormone sécrétée par le pancréas, a été découverte en 1921 par Frederick Banting, un médecin et chirurgien canadien, et Charles Best, son assistant étudiant, dans les locaux de l'Université de Toronto (Bliss, 1997). Selon Bliss (1997), la découverte de l'insuline et son application comme thérapie au diabète est l'un des événements les plus remarquables de l'histoire de la médecine. Depuis cette découverte, l'insuline a été utilisée pour traiter les personnes diabétiques et, de nos jours, l'insuline est administrée soit par injections ou à l'aide d'une pompe. Le patient DT1 est suivi par un endocrinologue et le type de traitement à insuline prescrit par le médecin dépend de plusieurs facteurs dont la motivation du patient, son âge, son style de vie et sa santé générale (Canadian Diabetes Association, 2015a).

Les types de traitements peuvent être séparés en deux catégories : le traitement conventionnel et le traitement intensif (McGibbon, Richardson, Hernandez, & Dornan, 2013). Le traitement conventionnel est un régime à doses fixes d'insuline (deux ou trois par jour) qui est avantageux pour les personnes diabétiques avec un style de vie régulier. Le traitement intensif,

pour sa part, permet un horaire plus flexible que le traitement conventionnel et il se sépare en deux catégories : soit un traitement par injections d'insuline multiples ou un traitement par la pompe à insuline (Hirsch, Farkas-Hirsch, & Skyler, 1990). Le traitement intensif par injections d'insuline multiples requiert plusieurs doses d'insuline, soit au moins quatre par jour. Le traitement intensif par la pompe à insuline, quant à lui, consiste en une distribution automatique et constante d'insuline qui cherche à imiter la sécrétion naturelle d'insuline (J. Pickup & Keen, 2002). La pompe est placée à la taille et reliée à un tube inséré sous la peau du patient à l'aide d'une aiguille. Ce dispositif distribue l'insuline continuellement lorsqu'il est porté et des doses supplémentaires d'insuline peuvent être administrées par l'utilisateur. La pompe à insuline a été initialement développée en 1976 pour la recherche, mais son efficacité a rapidement été confirmée par plusieurs groupes (J. Pickup & Keen, 2002). Au début des années 1980, elle a été distribuée dans plusieurs pays pour l'utilisation comme régime de traitement à l'insuline par des personnes DT1. En se basant sur les ventes de pompes à insuline, Pickup & Keen (2002) estimaient à plus de 200 000 patients à travers le monde qui utilisaient la pompe à insuline comme traitement en 2002, dont plus de 130 000 patients aux États-Unis. Ce dernier nombre s'élevait à 375 000 en 2007 et les experts s'attendent à ce que la prévalence d'utilisateurs de la pompe à insuline continue de croître (Dajkovich & Barkley, 2015; Skyler, Ponder, Kruger, Matheson, & Parkin, 2007).

Malgré les bienfaits potentiels de l'usage de la pompe à insuline, tous ne se qualifient pas pour ce type de traitement. Les candidats à l'utilisation de la pompe sont sélectionnés selon des critères médicaux tels un niveau élevé d'hémoglobine glyquée, une pression artérielle élevée la nuit ou le matin, un niveau de glucose instable et de la douleur due aux injections. De plus, des critères liés aux habiletés du patient tels une bonne maturité, une bonne habilité à comprendre les problématiques liées à la pompe (mécanique, calcul de glucides, décisions sur les doses), et des critères familiaux/sociaux tels une bonne motivation de l'enfant et la famille, un désir d'implication (suivi et conservation des enregistrements, prises de décisions) et une bonne communication entre l'enfant, les parents et l'équipe de professionnels motivent le choix d'un traitement avec la pompe (Danne et al., 2014; Hanas, 2001; Plotnick & Clark, 2001).



Plusieurs études ont rapporté une diminution du niveau d'hémoglobine glyquée (HbA1c : concentration de glucose dans le sang sur trois mois) avec l'utilisation de la pompe comparé au traitement à injections ou au niveau pré-pompe (Ahern et al., 2002; Boland, Grey, Oesterle, Fredrickson, & Tamborlane, 1999; Hoogma et al., 2006; Johnson, Cooper, Jones, & Davis, 2013; Misso, Egberts, Page, O'Connor, & Shaw, 2010; Pańkowska, Błazik, Dziechciarz, Szypowska, & Szajewska, 2009; J. C. Pickup & Sutton, 2008). Ces études, qui couvrent tous les groupes d'âge, rapportent des avantages marqués au niveau clinique, et possiblement mental, à utiliser la pompe chez les patients DT1. Un exemple pour les adultes est l'étude de Hoogma et al. (2006) qui ont fait une étude comparant le traitement à injections multiples et la pompe chez 272 adultes DT1 sur une période de huit mois de traitement (deux mois d'acclimatation et six mois d'étude). Les utilisateurs de la pompe ont obtenu un niveau plus faible d'HbA1c à la fin de la période comparé aux utilisateurs des injections multiples (7,45 vs 7,67%,  $p < 0,001$ ; Figure 2), une incidence plus faible d'hypoglycémies légères (49,3 vs 55,4 par patient-année;  $p = 0,001$ ) et d'hypoglycémies sévères (0,2 vs 0,5 par patient-année;  $p < 0,001$ ). De leur côté, Boland et al. (1999) ont fait une étude sur 75 adolescents et jeunes adultes DT1 de 12 à 20 ans. Ils ont rapporté qu'après 6 et 12 mois, les patients utilisant le traitement à injections multiples avaient un niveau d'HbA1c de 8,1 et 8,3% respectivement, tandis que les patients utilisant la pompe avaient un meilleur niveau d'HbA1c, soit 7,7 et 7,5%. Le taux d'hypoglycémies sévères a, quant à lui, diminué de plus de 50% chez les utilisateurs de la pompe ( $p = 0,01$ ). Un autre exemple est celui de Johnson et al. (2013) qui ont suivi 1 160 patients pédiatriques qui utilisaient la pompe sur une plus longue période, soit sept ans. Comparé aux patients sous injections auxquels ils étaient appariés, les patients qui utilisaient la pompe ont obtenu une moyenne d'HbA1c 0,6 points de % plus faible et une incidence d'hypoglycémies sévères plus faible (7,2 vs 14,7 événements par 100 patients-années;  $p < 0,001$ ). Cette dernière étude démontre que les bénéfices de la pompe au niveau clinique semblent se maintenir sur une longue période, du moins chez les enfants et adolescents. Le dernier exemple est l'étude de Ahern et al. (2002). Après 12 mois d'utilisation de la pompe par 161 patients DT1 pédiatriques, le niveau d'HbA1c a diminué par rapport au niveau pré-pompe et cette diminution était présente chez tous les groupes d'âge (-0,6% chez les 1,5-7 ans, -0,5% chez les 7-11 ans et -0,7% chez les 12-18 ans;  $p < 0,02$  vs pré-pompe). Ces

résultats suggèrent que la pompe peut être un mode de traitement intéressant même pour les enfants d'âge préscolaire.

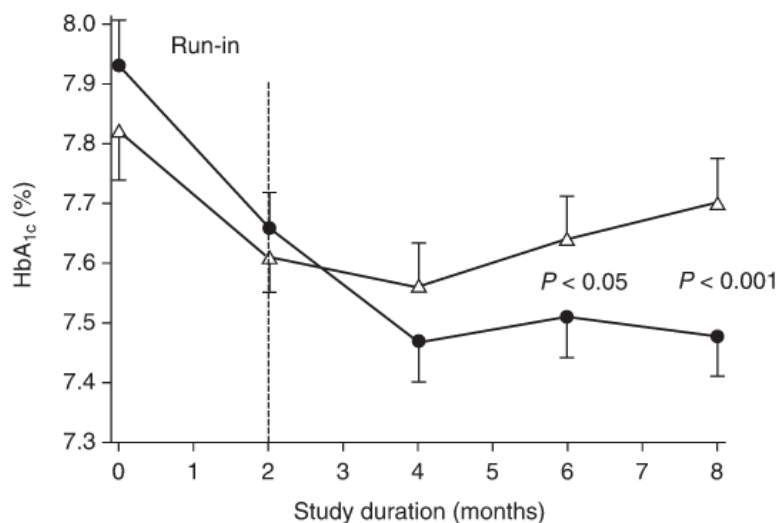


Figure 2 – Valeur d'HbA1c par type de traitement pour la période de l'étude

Les valeurs moyennes d'HbA1c ± erreur type sont présentées; La période de l'étude est en mois;

Δ= Traitement à injections multiples; • = Traitement par la pompe; Source = Hoogma et al. (2006)

Il est de mise de se pencher sur les bienfaits psychologiques de l'utilisation de la pompe, en plus des avantages sur le plan du contrôle métabolique. Pour les adultes, Hoogma et al. (2006) ont rapporté un score de qualité de vie supérieur pour les utilisateurs de la pompe et une amélioration de la perception de la santé mentale pour ce groupe comparé aux utilisateurs des injections multiples. Par contre, dans l'étude de Boland et al. (1999) menée avec des adolescents et jeunes adultes, les deux groupes (pompe et injections multiples) ont rapporté une amélioration de leur santé psychologique (plus d'efficacité, moins de dépression, meilleure qualité de vie), ne permettant donc pas de confirmer l'avantage d'un mode de traitement pour l'aspect psychologique. Il semble y avoir un nombre restreint d'études ayant traité des avantages au niveau psychologique de la pompe comparé aux autres modes de traitement pour pouvoir tirer des conclusions claires, surtout chez les enfants et adolescents.

Pour ceux qui sont dans l'impossibilité d'utiliser la pompe, le traitement par injections multiples semble apporter plus de bénéfices que le traitement conventionnel. Par exemple, comparé au traitement conventionnel, le traitement par injections multiples est lié à des diminutions du risque de la rétinopathie de 53 à 70% chez les adolescents (Loche et al., 1994). De plus, les lignes directrices de l'Association canadienne du diabète privilégient le traitement intensif au traitement conventionnel puisqu'il permet de reporter ou ralentir les complications micro et macro vasculaires chez les adolescents et jeunes adultes DT1 (McGibbon et al., 2013).

### **3.2. Traitement par la nutrition**

Le but du traitement par la nutrition est de maintenir ou d'améliorer la qualité de vie et la santé, mais aussi de prévenir et traiter les complications à court et long terme liées au diabète (Dworatzek et al., 2013). En fait, une thérapie par la nutrition efficace peut réduire le HbA1c de un à deux points de pourcentage et peut ainsi avoir des bienfaits métaboliques et diminuer les hospitalisations (Dworatzek et al., 2013).

En général, les personnes diabétiques devraient suivre les mêmes recommandations que la population générale en ce qui a trait à la nutrition, c'est-à-dire celles du Guide alimentaire canadien (Katamay et al., 2007). Ce guide peut aider à consommer des quantités adéquates de glucides, de fibres, de gras, d'acides gras essentiels, de protéines, de vitamines et de minéraux, pour assurer la satiété et un poids santé. Par contre, la diète se doit d'être individualisée et régulièrement réévaluée pour les personnes diabétiques (Dworatzek et al., 2013). Les glucides et les fibres jouent un rôle important dans le contrôle glycémique chez les diabétiques (American Diabetes Association, 2014; Dworatzek et al., 2013), justifiant une présentation plus détaillée de ces thèmes.

La gestion des glucides ingérés est importante dans le contrôle du diabète et un bon équilibre entre la quantité d'insuline dans le sang et les glucides ingérés fait une différence sur le

contrôle de la glycémie (American Diabetes Association, 2014). Remplacer les sources de glucides avec un indice glycémique élevé par des sources avec indice glycémique plus faible dans les repas a un bénéfice clinique significatif pour le contrôle glycémique et réduit le nombre d'hypoglycémies chez les enfants et adultes DT1 (Dworatzek et al., 2013). Les glucides ayant un indice glycémique plus faible sont, par exemple, les haricots, les pois, les pâtes, l'avoine et les fruits de climat tempéré (pommes, poires, pêches, etc.). Pour leur part, les glucides ayant un indice glycémique plus élevé sont, par exemple, le pain blanc ou à blé entier, les pommes de terre et les fruits tropicaux (ananas, mangue, melon d'eau, etc.).

Les bénéfices d'une diète élevée en fibres alimentaires sont un autre aspect important pour une diminution des risques de maladies cardiovasculaires. Pour ce faire, ajouter des fibres alimentaires solubles comme les aubergines et les haricots à la diète améliore le contrôle glycémique suivant le repas (Dworatzek et al., 2013). L'Association canadienne du diabète recommande donc une diète plus élevée en fibres alimentaires chez les personnes diabétiques que la population générale, soit de 25 à 50 grammes par jour chez les adultes (J. W. Anderson, Randles, Kendall, & Jenkins, 2004; Dworatzek et al., 2013).

Un exemple de combinaison des approches est aussi évoqué par J. W. Anderson et al. (2004) pour les patients de tous les âges. Ces auteurs proposent en effet aux personnes diabétiques une diète élevée en fibres et en glucides qui prend en compte le pourcentage de chaque nutriment qui devrait être consommé : 55% de glucides, 12 à 16% de protéines, 30% de lipides et 12 à 15% de lipides mono-insaturés. Ces proportions à respecter se font tout en s'assurant de consommer beaucoup de grains entiers, de fruits, de légumes, de nourriture à faible indice glycémique et de protéines de soya.

Malgré ces exemples de recommandations visant une saine alimentation, les jeunes enfants DT1 ont une diète élevée en lipides et faible en fibres, et ce, encore plus que celle des jeunes enfants de la population générale (Mehta, Volkening, Quinn, & Laffel, 2014). Le défi reste donc entier : comment faire adopter une saine alimentation surtout considérant que les jeunes enfants DT1 ont plus de facteurs de risques de développer, entre autres, des maladies cardiovasculaires et donc, plus de bénéfices à changer leur alimentation. Comme il sera

expliqué dans la section qui suit, ce défi se présente aussi pour l'adoption d'un mode de vie actif.

### **3.3. Traitement par l'activité physique**

Tout comme l'alimentation, l'activité physique peut être un outil thérapeutique pour les personnes diabétiques, outil dont les risques et les bénéfices sur la santé doivent être bien expliqués par l'équipe de professionnels de la santé et bien compris par le patient (American Diabetes Association, 2003). Tous les niveaux d'activité physique, de l'activité récréative à la performance, peuvent être pratiqués par les personnes DT1 qui n'ont pas de complications et qui ont un bon contrôle glycémique. En autant qu'ils s'assurent de bien ajuster leur insuline et leur consommation de nourriture en conséquence (American Diabetes Association, 2003).

#### **3.3.1. Impact de l'activité physique sur le contrôle glycémique des personnes DT1**

À court terme, un défi important réside dans la gestion de la glycémie à l'effort pour les personnes DT1. Selon Sigal, Armstrong, Colby, et al. (2013), des effets opposés peuvent se produire tout dépendant du type d'exercice effectué. Ces auteurs expliquent que la glycémie tend en effet à diminuer après l'exercice d'intensité faible ou moyenne à cause de l'utilisation du glucose et de l'augmentation de la sensibilité à l'insuline. Par contre, la glycémie a tendance à augmenter après un exercice bref à intensité très élevée puisque la production de glucose est plus élevée que son élimination. Un plan de traitement pratique considérant l'activité physique se doit donc d'être instauré et révisé au besoin. Les mêmes auteurs ajoutent que pour les personnes DT1 ayant une déficience sévère en insuline, due par exemple aux omissions d'insuline ou à une maladie, l'activité physique peut aggraver les hyperglycémies. L'exercice à intensité élevée pourrait aussi être risqué pour les personnes diabétiques qui ont certains types de conditions sévères de neuropathie et de rétinopathie.

À plus long terme, des études observationnelles ont rapporté des résultats plutôt encourageants sur le niveau d'HbA1c des patients actifs et en bonne condition physique. Par exemple, Herbst, Bachran, Kapellen, and Holl (2006) ont étudié l'effet de la pratique d'activité physique régulière sur le niveau d'HbA1c dans une cohorte de 18 392 patients DT1 âgés de 3 à 20 ans. Ils ont rapporté que le niveau d'HbA1c diminuait lorsque la fréquence d'activité physique régulière augmentait (valeur d'HbA1c de 8,4% pour ceux sans activité physique régulière vs 8,1% pour ceux pratiquant 3 séances d'activité physique ou plus par semaine;  $p < 0.001$ ), une relation présente pour tous les groupes d'âge (voir Figure 3). Cette étude indique aussi que l'activité physique régulière est un facteur majeur améliorant le contrôle de la glycémie sans augmenter les risques d'hypoglycémie sévère. De plus, Valerio et al. (2007) ont rapporté que la prévalence de 138 jeunes patients DT1 de 6 à 20 ans ayant une valeur d'HbA1c élevée, soit  $> 8,5\%$ , était supérieure chez les patients inactifs (38%) que chez les patients modérément actifs (20%) ou actifs (15%), et aussi supérieure chez les patients qui ne pratiquaient pas de sports (30%) que chez ceux qui en pratiquaient (15%). Les travaux de Bernardini et al. (2004) supportent aussi ces résultats encourageants puisqu'ils ont rapporté que les 91 enfants et adolescents de leur étude qui passaient moins d'une heure par semaine à faire de l'exercice avaient un niveau d'HbA1c supérieur à ceux qui pratiquaient de une à moins de trois heures par semaine et de trois à quatre heures par semaine, soit respectivement 8,9%, 8,3% et 8,0%. Ils ajoutent même que ceux qui pratiquaient un sport compétitif au moins trois heures par semaine avaient un meilleur HbA1c que les autres participants qui étaient actifs ( $p = 0,03$ ). Ces trois études majeures, entre autres de par leur nombre de sujets, révèlent des résultats intéressants sur l'association entre la pratique d'activité physique et le contrôle de la glycémie à plus long terme.

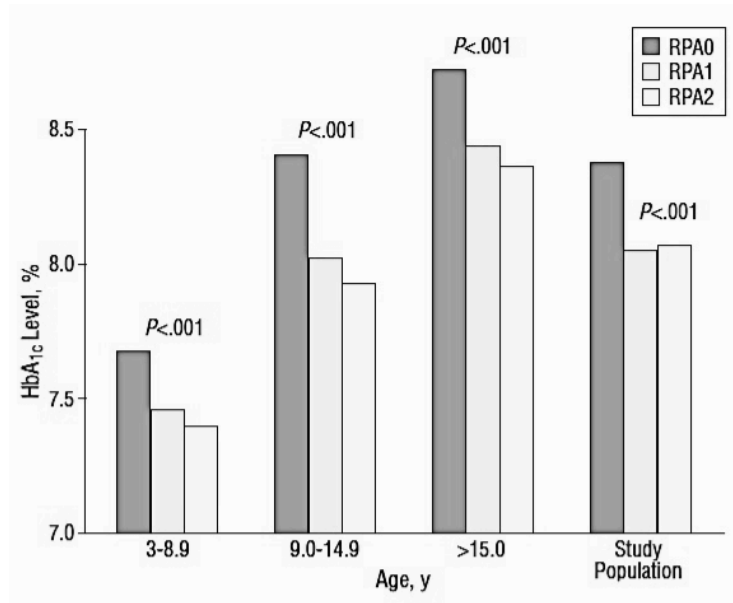


Figure 3 – Niveau d’hémoglobine glyquée par groupe d’âge et stratifié par fréquence d’activité physique régulière par semaine

HbA1c = Hémoglobine glyquée; RPA0 = Aucune activité physique ; RPA1 = une à deux fois par semaine ; RPA2 = trois fois ou plus par semaine. Les valeurs moyennes d’HbA1c sont celles présentées.

Source : Herbst et al. (2006)

La condition physique des patients DT1 serait aussi d’intérêt et pas seulement le niveau de pratique, bien que ces deux facteurs soient souvent liés. En fait, une meilleure capacité cardiovasculaire a été associée à un plus bas niveau d’HbA1c chez des enfants et adolescents DT1, les participants ayant une meilleure capacité cardiovasculaire étant ceux qui pratiquaient aussi plus d’activité physique (Lukacs et al., 2012). Ces résultats sont intéressants, surtout sachant qu’un faible niveau d’HbA1c est associé à significativement moins d’inquiétudes, plus de satisfaction et une meilleure perception de la santé chez les adolescents (Hoey et al., 2001). Les études futures devront permettre d’approfondir cet aspect et de documenter dans quelle mesure la condition physique a un effet distinct, additif ou synergique à celui de la pratique d’activité physique.

Malgré ces résultats intéressants pour des études observationnelles, il s'avère que les études interventionnelles sur les personnes DT1, peu importe le groupe d'âge, sont plus mitigées quant au bénéfice de l'activité physique sur le niveau d'HbA1c (Chimen et al., 2012). Dans leur article de revue, Chimen et al. (2012) ont rapporté la liste détaillée des études qui ont investigué l'effet d'un plan d'activité physique sur le HbA1c chez tous les groupes d'âge, mais surtout chez les adolescents et les jeunes adultes. Ceci avec une plus grande attention portée aux études interventionnelles dont le groupe contrôle et le groupe d'intervention étaient tous deux constitués de personnes DT1. Il est à noter que cet article n'est pas une méta-analyse, donc elle n'est pas pondérée, par exemple, par le nombre de sujets.

Dans cette recension, la durée des études variait entre 6 semaines et 6 mois et le nombre de sujets variait entre 6 et 75 participants par groupe (contrôle ou intervention). Presqu'autant d'études ont rapporté une diminution qu'une stabilité, soit cinq et six respectivement, du niveau d'HbA1c suite au plan d'intervention. Ce constat a permis aux auteurs de conclure qu'il n'y a pas de réponse claire quant au bénéfice de l'activité physique sur le HbA1c. Par exemple, une étude d'intervention de six mois menée auprès de 196 adolescents DT1 a détecté une amélioration du HbA1c avec l'exercice (Salem, AboElAsrar, Elbarbary, ElHilaly, & Refaat, 2010). Alors qu'un premier groupe (A) servait de contrôle, le groupe B s'entraînait une fois par semaine et le groupe C trois fois par semaine. En comparant les valeurs d'HbA1c avant et après la période de l'étude, le groupe contrôle avait statistiquement la même valeur, passant de 8,3 à 8,9% ( $p=0,20$ ), tandis que les groupes B et C ont diminué leurs valeurs, le groupe B passant de 8,9 à 8,1% ( $p=0,03$ ) et le groupe C passant de 8,9 à 7,8% ( $p= 0,01$ ). Il apparaît donc, à petite et plus grande dose, de favoriser l'intégration de l'exercice au quotidien. Toutes les interventions ne s'avèrent toutefois pas efficaces. Par exemple, 15 adolescents DT1 séparés en un groupe contrôle et un groupe d'intervention ont fait un programme d'exercice 3 fois par semaine pendant 12 semaines (Landt, Campaigne, James, & Sperling, 1985). Le niveau d'HbA1c était le même avant et après l'intervention pour les deux groupes, soit 12%. Chimen et al. (2012) précisent que certains facteurs peuvent contribuer au manque de bénéfices détectables de l'activité physique sur le niveau d'HbA1c, comme une omission d'inclure une gestion de la diète et du style de vie au programme d'entraînement. De



plus, il est intéressant de préciser que quelques-unes des études ayant rapporté un bénéfice glycémique de l'activité physique utilisaient un programme d'exercice à intensité élevée, alors que la majorité des études n'ayant pas détecté d'amélioration utilisaient un programme d'entraînement à intensité moyenne (Chimen et al., 2012). La taille de certaines études, comme par exemple celle de Landt et al. (1985) avec un effectif total de 15, est aussi une limite commune à plusieurs études.

### **3.3.2. Impact de l'activité physique sur la santé générale des personnes DT1**

Pour les personnes diabétiques, tout comme pour la population en général, l'activité physique régulière apporte une longue liste de bienfaits connus, incluant des bienfaits physiques et psychologiques. Par exemple, l'activité physique peut augmenter l'énergie dans la journée, diminuer le stress et l'anxiété, améliorer le sommeil, la confiance, le bien-être et la qualité de vie (Canadian Diabetes Association, 2015b). La revue récente de la littérature par Chimen et al. (2012) des bienfaits de l'activité physique sur la santé des personnes DT1 supporte que l'activité physique peut, entre autres, améliorer la capacité respiratoire maximale avec des augmentations allant jusqu'à 27%, diminuer les demandes en insuline jusqu'à 15% et améliorer la résistance à l'insuline jusqu'à 23%. Les auteurs ajoutent que l'activité physique peut aussi réduire le taux de mortalité et la prévalence de maladies cardiovasculaires chez les hommes adultes DT1 qui pratiquaient des sports d'équipe lorsqu'ils étaient à l'école secondaire. Ce dernier résultat est renforcé par une méta-analyse qui a rapporté, chez les patients diabétiques de tous âges, qu'un plus haut niveau d'activité physique est associé à moins de maladies cardiovasculaires comparé à un plus faible niveau d'activité physique (risque relatif = 0,71 [0,60-0,84]) (Kodama et al., 2013). Par contre, Chimen et al. (2012) n'ont pas pu conclure à des bénéfices de l'activité physique sur, par exemple, le contrôle glycémique et les maladies micro-vasculaires, par manque d'études ou parce qu'une association de cause à effet n'a pas pu être démontrée (voir Figure 4).

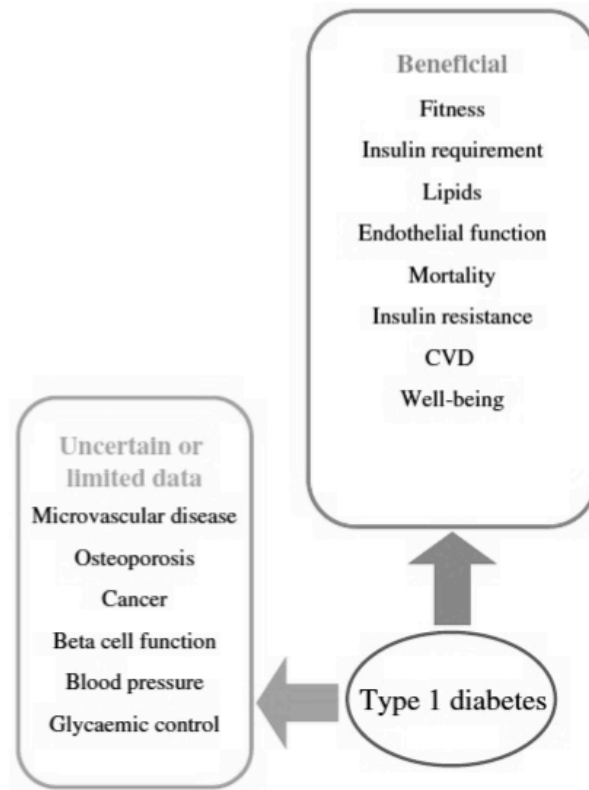


Figure 4 – Bénéfices de l’activité physique sur la santé chez les personnes DT1

Source : Chimen et al. (2012)

L’Association canadienne du diabète fait état des bénéfices de l’activité physique sur la santé des personnes DT1 dans ses lignes directrices en différenciant les bienfaits par type d’activité physique pratiquée (aérobie ou résistance) (Sigal, Armstrong, Colbym, et al., 2013). L’exercice aérobie d’intensité moyenne à élevée et un niveau élevé d’aptitude cardiorespiratoire sont pour leur part associés à une diminution de la morbidité et de la mortalité chez les patients diabétiques. Ce constat est entre autres appuyé par une étude de cohorte de plus de 500 personnes DT1 suivies sur sept ans. Dans celle-ci, les participants qui reportaient avoir une dépense énergétique en activité physique de plus de 2000 kilocalories par semaine avaient 50% moins de mortalité que ceux qui reportaient moins de 1000 kilocalories par semaine (Moy et al., 1993). Le ralentissement du développement de la neuropathie

périphérique est aussi une conséquence positive de l'exercice aérobic. L'Association canadienne du diabète rapporte d'autre part que l'exercice de type résistance, comme les exercices de musculation, aide à augmenter la masse maigre et la densité osseuse, ce qui aide à prévenir, entre autres, l'ostéoporose chez les personnes diabétiques.

### **3.3.3. Portrait d'activité physique des enfants et adolescents DT1**

Au Canada, les patients diabétiques, sans distinction quant au type de diabète, sont encouragés à pratiquer un minimum de 150 minutes par semaine d'exercice de type aérobic (ex : marche, course, vélo) et un minimum de deux séances d'exercices de résistance (ex : exercices de musculation) (Sigal, Armstrong, Colby, et al., 2013). Pour entre autres assurer une bonne gestion des doses d'insuline par les enfants et adolescents DT1, il est de surcroit recommandé de faire de l'exercice à tous les jours (Bernardini et al., 2004). Cette dernière recommandation va dans le même sens que celle pour les enfants et adolescents de la population canadienne générale, qui est de pratiquer 60 minutes d'activité physique d'intensité moyenne à élevée à tous les jours de la semaine (Canadian Society of Exercise Physiology, 2015).

Le profil d'activité physique des jeunes DT1 est moins encourageant que celui des jeunes non-DT1. On sait que la majorité des enfants et adolescents de la population générale ne respectent pas les recommandations en activité physique (Organisation mondiale de la santé, 2014). Par contre, la plupart des enfants et adolescents DT1 ne respectent pas davantage et voire encore moins ces recommandations. Une étude qui a comparé le niveau d'activité physique des enfants et adolescents DT1 à celui des non-DT1 a révélé que la fréquence d'activité physique moyenne à élevée était significativement plus faible chez les patients DT1 que chez les non-DT1 (2,8 jours/semaine vs 3,6 jours/semaine;  $p < 0,001$ ) et 25% étaient actifs chez les patients DT1, alors que c'était 37% chez les non-DT1 ( $p < 0,001$ ) (Valerio et al., 2007). En fait, les adolescents canadiens DT1 passent environ 55% plus de temps à être inactifs que les non-DT1 (Mohammed et al., 2014; Pivovarov, Taplin, & Riddell, 2015). À ce constat s'ajoute qu'environ 27% des enfants et adolescents DT1 à travers le monde sont en surplus de poids (embonpoint ou obèse), une proportion qui s'élève à 34% aux États-Unis, une valeur similaire

à celle des enfants et adolescents non-DT1 (Pivovarov et al., 2015). La combinaison DT1 et obésité, auparavant moins présente, est une nouvelle source d'inquiétude du milieu médical pour la santé à long terme de ces patients.

Pour ce qui est de la comparaison entre les garçons et les filles DT1, les garçons font plus d'activité physique d'intensité moyenne à élevée que les filles, mais ils en font la même quantité lorsque la faible intensité est incluse dans les calculs. Par exemple, Øverby et al. (2009) ont rapporté que les filles DT1 de 6 à 11 ans étaient moins actives que les garçons du même âge (70 vs 88 minutes d'activité physique d'intensité moyenne à élevée par jour, mesurée en-dehors des heures de classe) et le même constat était présent pour les adolescents de 12 à 19 ans (47 vs 57 minutes d'activité physique d'intensité moyenne à élevée par jour). Par contre, une autre étude a rapporté que pour les personnes DT1 de 10 à 18 ans, les filles et les garçons passaient le même temps à faire de l'activité physique (57 vs 67 minutes par jour en moyenne;  $p=0,903$ ), toutes les intensités d'activité physique confondues (Bernardini et al., 2004). Ces résultats s'accordent avec ceux de la population pédiatrique générale canadienne, les garçons passant plus de temps à faire de l'activité physique moyenne à élevée que les filles (47 vs 61 minutes par jour) (Colley et al., 2011). Mais l'intensité faible étant non-différente pour les deux groupes (252 vs 260 minutes par jour), la différence n'est toutefois plus présente lorsqu'on considère toutes les intensités (297 vs 321 minutes par jour). À noter que les données de Colley et al. (2011) ont été mesurées par accéléromètre, alors que celles de Bernardini et al. (2004) ont été mesurées par questionnaire. Ceci peut expliquer la grande différence entre les mesures des deux études lorsque toutes les intensités d'activité physique sont considérées.

Concernant la pratique sportive, le portrait se rapproche de celui de l'activité physique générale. En effet, les enfants et adolescents DT1 de 6 à 20 ans pratiquent moins de sports que les enfants et adolescents non-DT1 (47% vs 63%;  $p=0,002$ ) (Valerio et al., 2007). Une plus grande proportion des sports pratiqués par les jeunes DT1 sont individuels plutôt qu'en équipe (71% des sports sont individuels), alors que c'est plutôt égal pour les jeunes non-DT1 (56% des sports sont individuels) (Valerio et al., 2007). Cette plus grande participation à des sports individuels pour les jeunes DT1 peut être due à une socialisation difficile pour ces patients. Il

est aussi possible que les sports individuels permettent un meilleur contrôle sur l'activité physique que les sports d'équipe, ce qui peut être plus pratique pour les patients DT1. En ce qui a trait à la différence entre les garçons et les filles DT1, les garçons DT1 de 10 à 18 ans passent 71 minutes de plus par semaine que les filles du même âge à pratiquer des sports de compétition (Bernardini et al., 2004). Ces mêmes auteurs ajoutent en information complémentaire que les garçons DT1 pratiquent surtout du soccer et du basketball, alors que les filles DT1 ont plus tendance à pratiquer des sports comme la gymnastique, la danse et le volleyball.

Tout comme pour la pratique d'activité physique, le niveau de condition physique des personnes DT1 est, lui aussi, moins élevé que celui des personnes non-DT1. Lukacs et al. (2012) se sont intéressés à comparer la condition physique de 106 jeunes DT1 à 130 non-DT1 en utilisant la batterie de tests standardisée Eurofit. Pour les deux sexes et les deux groupes d'âge étudiés (8-12 ans et 13-18 ans), le niveau de condition physique était significativement plus faible pour plusieurs tests pour les jeunes DT1 que pour les non-DT1. Par exemple, les filles DT1 du plus jeune groupe d'âge avaient des résultats moins bons comparé aux filles non-DT1 du même âge pour cinq tests physiques sur neuf tels que le nombre de redressements assis (16,1 vs 20,6;  $p < 0,001$ ) et la consommation maximale d'oxygène ( $43,1$  vs  $46,4$  mL·min<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>;  $p = 0,006$ ). Considérant les quatre sous-groupes (sexe et âge), les jeunes DT1 avaient dans tous les cas des mouvements des bras plus lents et moins coordonnés, ainsi qu'une moins grande force dans les muscles abdominaux que les jeunes non-DT1. Le niveau cardiorespiratoire était aussi plus faible pour les personnes DT1 pour tous les groupes, sauf pour les plus jeunes garçons pour qui il était similaire aux garçons non-DT1 ( $45,6$  vs  $46,9$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>;  $p = 0,298$ ). En conclusion, les jeunes DT1 ont obtenu soit des résultats de tests de condition physique équivalents ou moins bons que les jeunes non-DT1.

#### **3.3.4. Barrières à l'activité physique des personnes DT1**

Malgré tous les efforts pour motiver les diabétiques à pratiquer de l'activité physique via les messages de la santé publique visant le grand public et les approches des cliniciens ciblées sur

leur condition de santé, ceux-ci ne font pas assez d'exercice (Pivovarov et al., 2015). Pour améliorer l'efficacité des interventions, il est nécessaire de comprendre les facteurs empêchant les personnes DT1 de pratiquer autant d'activité physique qu'ils le voudraient ou le pourraient. Dans la population générale adulte, les barrières personnelles à l'exercice les plus communes sont le manque de temps, la fatigue, le fait d'avoir un travail actif et le manque de motivation (Brownson, Baker, Housemann, Brennan, & Bacak, 2001).

Items	Mean score $\pm$ S.D.
1. The loss of control over your diabetes <sup>b</sup>	2.8 $\pm$ 1.6
2. The risk of hypoglycemia <sup>b</sup>	3.5 $\pm$ 2.0
3. The fear of being tired	2.5 $\pm$ 1.5
4. The fear of hurting yourself	2.2 $\pm$ 1.2
5. The fear of suffering a heart attack <sup>b</sup>	2.0 $\pm$ 1.4
6. A low fitness level	3.2 $\pm$ 1.8
7. The fact that you have diabetes <sup>b</sup>	2.6 $\pm$ 1.8
8. The risk of hyperglycemia <sup>b</sup>	2.6 $\pm$ 1.6
9. Your actual physical health status excluding your diabetes	3.5 $\pm$ 1.8
10. Weather conditions	3.7 $\pm$ 1.8
11. The location of a gym	3.7 $\pm$ 1.9
12. Your work schedule	5.2 $\pm$ 1.5

Tableau 1 – Score moyen des 12 facteurs du BAPAD1.

Les scores moyens  $\pm$  écart-types sont présentés; <sup>b</sup> Barrières reliées au diabète ;

Source : Dubé, Valois, Prud'homme, Weisnagel, and Lavoie (2006)

En 2006, le questionnaire BAPAD1 (« *Barriers to physical activity in diabetes (type 1)* ») sur les barrières à l'activité physique des adultes DT1 a été développé et validé (Dubé et al., 2006). Les items du test ont été déterminés et 74 patients DT1 devaient spécifier sur une échelle de 1 (extrêmement improbable) à 7 (extrêmement probable), si chacune des barrières listées les empêcheraient de pratiquer de l'activité physique dans les prochains six mois. Le Tableau 1 présente le score moyen pour chacun des facteurs. Parmi les facteurs liés au diabète, la peur des hypoglycémies est celui qui a obtenu le score le plus élevé et qui devrait donc être

un facteur à surmonter pour augmenter le niveau d'activité physique (Dubé et al., 2006). Ce résultat va dans le même sens que Brazeau et al. (2008) qui ont fait remplir le BAPAD1 par 100 patients DT1 adultes et qui ont aussi rapporté que la peur des hypoglycémies était la barrière avec le score le plus élevé ( $3,6 \pm 2,0$ ). Les autres barrières ayant obtenu les scores les plus élevés dans cette étude étaient l'horaire de travail ( $3,1 \pm 2,0$ ), la perte de contrôle du diabète ( $2,8 \pm 1,8$ ) et le faible niveau de condition physique ( $2,8 \pm 2,0$ ). Un plus grand nombre d'épisodes d'hypoglycémies sévères dans la dernière année et une mauvaise connaissance de la pharmacocinétique de l'insuline étaient les facteurs associés à plus de peur de faire des hypoglycémies.

Le score global moyen obtenu à l'aide du BAPAD1 se situe entre 2,4 et 3,1 (Brazeau et al., 2012; Brazeau et al., 2008; Dubé et al., 2006). Les facteurs associés à un score global plus faible sont une bonne perception du bien-être ( $p < 0,001$ ), une bonne connaissance de la pharmacocinétique de l'insuline ( $p = 0,051$ ), une implémentation de stratégies pour réduire la probabilité d'hypoglycémies dues à l'exercice ( $p = 0,047$ ), un support social plus élevé ( $p = 0,022$ ) et un partenaire pour faire de l'exercice ( $p = 0,001$ ) (Brazeau et al., 2008). Ces associations suggèrent que les adultes DT1 ayant un score global plus faible sont aussi dans de meilleures conditions pour pratiquer plus d'activité physique.

En fait, plus le patient DT1 rapporte des barrières à l'exercice, plus sa dépense énergétique et sa condition physique sont faibles. En effet, le score du BAPAD1 est négativement corrélé à l'énergie dépensée lors de l'activité physique ( $r = -0,25$ ;  $p = 0,03$ ; Figure 5) et au pic de la capacité respiratoire ajustée pour l'âge et le sexe ( $r = -0,27$ ;  $p = 0,02$ ) (Brazeau et al., 2012; Brazeau et al., 2008). De plus, le score est positivement corrélé au niveau d'HbA1c ( $r = 0,20$ ;  $p = 0,042$ ). Il semble donc nécessaire de travailler sur la diminution des barrières à l'exercice pour les personnes DT1 afin de les amener à commencer ou intensifier leur programme d'exercice. Vue la nature transversale du devis, on peut aussi penser que de favoriser la pratique d'activité physique puisse mener à réduire les barrières. Des études de natures longitudinale ou expérimentale seront nécessaires pour faire avancer les connaissances dans ce domaine.

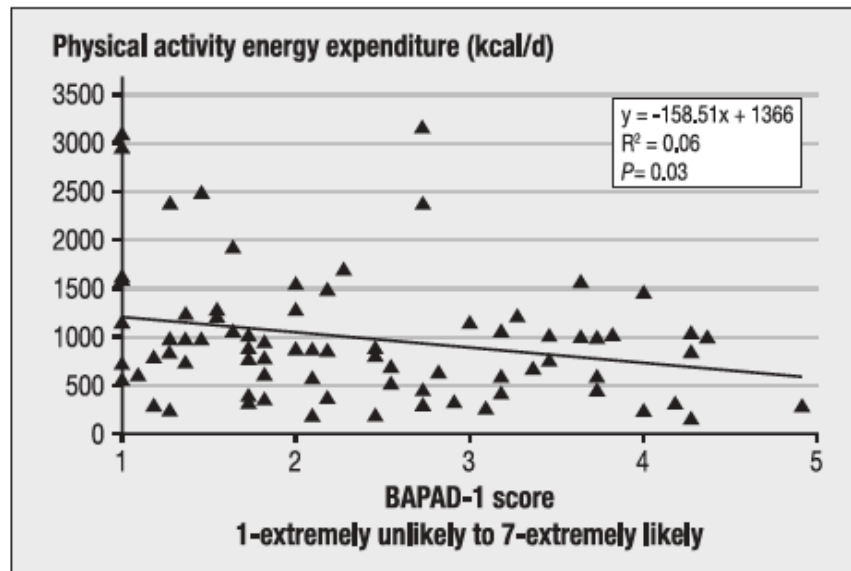


Figure 5 – Association entre le score du BAPAD1 et l'énergie dépensée lors de l'activité physique estimée par accéléromètre

L'énergie dépensée lors de l'activité physique est présentée en kilocalories par jour;

Source : Brazeau et al. (2012)

À notre connaissance, il n'existe pas d'équivalent d'information au BAPAD1 chez les enfants et adolescents DT1. Dans cette population, il est de plus important de souligner la part significative que prennent les parents dans la gestion du diabète de leurs enfants lorsqu'ils sont en bas âge. Patton, Dolan, Henry, and Powers (2007) se sont intéressés à 24 familles avec un enfant DT1 entre deux et huit ans qui utilisait la pompe à insuline. Ils ont rapporté que les parents des enfants avec un niveau de glycémie moyen journalier plus élevé avaient une plus grande peur que leur enfant fasse des hypoglycémies ( $r=0,4$ ;  $p=0,05$ ). Les barrières à l'exercice prennent une grande place dans le quotidien des personnes DT1 et des familles dont un membre est une personne DT1. En se basant sur les travaux menés chez l'adulte, il s'avère maintenant important de bien comprendre ces barrières afin de permettre aux professionnels de la santé d'adopter des stratégies d'intervention qui aideront les patients DT1 à augmenter leur niveau de pratique d'activité physique, pour l'adulte mais aussi pour l'enfant.



## Enjeux du projet

Considérant les éléments abordés dans les sections précédentes, il est maintenant clair qu'il y a des avantages cliniques à l'utilisation de la pompe à insuline par rapport aux injections. Il est donc d'intérêt de se demander si les utilisateurs de la pompe ont moins de barrières à la pratique d'exercice et de meilleures habitudes de vie que les utilisateurs des injections. Un article majeur, Øverby et al. (2009), s'est intéressé à cette question chez les enfants et les adolescents. Ces auteurs n'ont pas trouvé de différence pour le niveau d'activités sédentaire et physique entre les patients utilisant la pompe et ceux utilisant les injections. Par contre, ils n'ont pas étudié les différentes composantes de l'exercice (intensité, fréquence, durée, variété) ainsi que les barrières à l'exercice chez les patients utilisant les deux types de traitement.

Lorsqu'on s'intéresse aux facteurs associés aux habitudes de vie des enfants et adolescents DT1, il est aussi pertinent de considérer les habitudes d'activité physique des parents de ces patients. En effet, celles-ci peuvent potentiellement influencer le niveau et les choix d'activités sédentaire et physique de leurs enfants. Des facteurs comme les expériences d'hypoglycémies et d'hyperglycémies lors de la pratique d'activité physique des derniers mois peuvent aussi jouer un rôle sur les niveaux d'activités sédentaire et physique des patients.

La prochaine section présente l'article scientifique intitulé « *Physical activity and sedentary lifestyle in type 1 diabetic children and adolescents using an insulin pump or injections* » qui apporte des réponses à ces questions.

## Article scientifique

### **Physical activity and sedentary lifestyle in type 1 diabetic children and adolescents using an insulin pump or injections**

Isabelle Michaud<sup>1,2,3</sup>, Mélanie Henderson<sup>3</sup>, Laurent Legault<sup>4</sup>, Marie-Eve Mathieu<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Department of Kinesiology, University of Montreal, Montreal, QC, Canada, H3C 3J7

<sup>2</sup> Statistical Research and Innovation Division, Statistics Canada, Ottawa, ON, Canada, K1A 0T6

<sup>3</sup> Department of Pediatrics, University of Montreal and CHU Sainte-Justine, Montreal, QC, Canada, H3T 1C5

<sup>4</sup> The Montreal Children's Hospital, McGill University Health Center, Montreal, QC, Canada, H3H 1P3

Article soumis au journal *Pediatric Diabetes*

En date du 26 août 2015

## **Abstract**

Treatments for type 1 diabetes (T1D) have recently evolved with the introduction of the insulin pump. In children and adolescents, the increase in pumps has been quite high. However, little is known about how a pump is associated with physical activity (PA) patterns. A major study done by a Norwegian group compared the use of a pump and multiple daily insulin injections. They found no association between use of a pump and subject PA levels. The goal of the current study was to examine the activity profile of Canadian children and adolescents with T1D according to their insulin treatment (pump vs. injections), but also barriers to exercise and parental lifestyle habits. A self-administered questionnaire was completed by 188 T1D subjects aged 6 to 17 and their parents at the endocrinology clinic of Sainte-Justine's University Hospital Center (Montreal, Canada). Mean duration of diabetes was 5.3 years (SD = 3.6), 56% of children were boys and 60% used an insulin pump. There were no significant differences in any components of the PA profile, sedentary habits, and exercise barriers between subjects using injections and those using a pump. Fear of hypoglycemia was the main PA barrier in both treatment groups. A more diverse PA practice by parents was associated with more moderate-to-vigorous PA and less screen time in T1D adolescents. In conclusion, type of treatment was not associated with a healthier activity lifestyle in T1D pediatric patients and a varied parental PA profile was the main factor of interest for healthier habits in T1D adolescents.

**Keywords:** pediatrics, diabetes, lifestyle, injections, pump

## **Introduction**

The international prevalence of diabetes in adults was estimated to be 9% in 2014 (1). In Canada, the prevalence was 9% in adults and 0.3% in children and adolescents in 2008/09 (2). Among children and adolescents with diabetes, about 90% had type 1 diabetes (T1D) in 2008/09, a condition linked to a dependency on insulin treatment occurring early in life (2). In pediatric patients with T1D, many factors contribute to the difficulty to control glycemia such as developmental issues arising at puberty as well as psychological, familial, socioeconomic, cultural, and ethnic factors (3). Difficulties controlling glycemia could lead to an increased risk of developing cardiovascular diseases (4), and men and women with T1D have, respectively, a four- and eight-times greater risk of developing coronary disease than the general population (5).

Moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) and better cardiorespiratory fitness can substantially lower HbA1c levels, morbidity, and mortality in T1D patients (6-10). Active T1D patients have a lower risk of cardiovascular diseases (11-13), higher socialization and quality of life (14), do better in school (15), are less prone to cognitive decline (16), and have higher cognitive function (17). Despite the fact that they tend to be less active than the general population, T1D patients could benefit greatly from regular physical activity (7). Moreover, barriers to an active lifestyle are key to better understanding low PA levels. Fear of hypoglycemia has been identified as a barrier to physical activity (PA) in teenagers (18), while working schedules, loss of metabolic control, and poor physical condition, in addition to fear of hypoglycemia, have been closely linked to low levels of exercise in T1D adults (19).

The use of an insulin pump for the treatment of T1D has recently increased compared to injections. Daily use of a pump improves glycemic control and reduces severe hypoglycemia in pediatric T1D patients (20). This new type of treatment is increasingly prescribed and its impact on PA patterns is of interest. A major Norwegian study compared the activity profile of pediatric T1D patients using a pump with patients using injections (21). It revealed that the type of insulin treatment was not associated with either sedentary or PA levels. Supporting

studies are now important to confirm these findings. In addition, an in-depth assessment of the specific components of PA practice and barriers to exercise are needed. The goal of the current study was thus to investigate the sedentary and PA levels of Canadian T1D pediatric patients according to their insulin treatment (pump vs. injections), including activity components such as intensity, duration, frequency and variety of exercises and exercise barriers.

## **Methods**

### **Participants**

The study was performed at the diabetes clinic of Sainte-Justine's University Hospital Center, Montreal, Canada. A self-administered questionnaire was completed by 188 subjects with T1D and one of their parents (or legal guardian) prior to a regular visit with their physician. Data was obtained between March and November 2013. Data was collected across various seasons. To be included in the study, participants had to meet the following criteria: age between 6 and 17, duration of diabetes greater than one year, and no other chronic diseases. The project was approved by the ethics committee of the Sainte-Justine's University Hospital Center. All participants signed an informed consent form. Of the 205 patient-parent pairs that agreed to take part in the study, 188 completed all the relevant questions and were included in the study. Among the 17 excluded pairs, 8 had their diagnosis of diabetes less than one year before the questionnaire was filled out, 8 did not meet the age criteria, and 1 was administered the wrong questionnaire.

### **Variables of interest**

#### ***Subject questionnaire***

Age, sex, height, and weight were obtained using a self-reported questionnaire filled by the child/adolescent with the help of an accompanying adult and the assistance of the research staff. Age- and sex-specific body mass index (BMI) percentiles were calculated according to the US Centers for Disease Control and Prevention growth charts (22,23). The number of years since the patient's diabetes diagnosis, the method of insulin administration, their

experience with hypoglycemia/hyperglycemia during the practice of PA, and exercise barriers (barriers to PA in T1D score – BAPAD1) (24) were also obtained via questionnaires. The validity and reliability of the BAPAD1 test have been verified in adults (25). The BAPAD1 score was obtained by calculating the average of the individual scores obtained for each type of barrier in which answers to exercise barriers were rated from 1 (extremely improbable) to 7 (extremely probable). For the purposes of the present analysis, scores from 1 to 4 were categorized as “barrier not present” while scores from 5 to 7 as “barrier present”.

The activity profile was obtained using the questionnaire from Cycle 2 of the Canadian Health Measures Survey (26). In this questionnaire, children (<12 years old) reported how many hours per day they usually spent doing sedentary activities such as using a computer, playing video games, or watching TV/videos. The response categories were “none”, “<1h/day”, “1-2h/day”, “3-4h/day”, “5-6h/day”, and “≥7h/day”, and for the data analysis, the three first categories were set as “≤2h/day” and the other categories as “>2h/day”, which is the closest possible threshold within these categories to the cut-off according to the Canadian guidelines for screen time (<2h/day) (27).

Adolescents (≥12 years) reported how many hours per week they usually spent undertaking sedentary activities. The response categories were “none”, “<1h/week”, “1-2h/week”, “3-5h/week”, “6-10h/week”, “11-14h/week”, “15-20h/week”, and “>20h/week”, and for data analysis, the first six categories were set as “≤2h/day” and the other categories as “>2h/day”. Children reported the number of days per week they engaged in at least 60 minutes of MVPA (in the previous 7 days and during an usual week). Adolescents reported the number of times and how many minutes at each occasion, in the past 3 months, they practiced each of the 21 listed sports (e.g. walking, biking, jogging, fishing, playing golf).

Next, the average minutes per day spent for each sport was derived. Using the World Health Organization norms on metabolic equivalent task (MET) (28) and the Ainsworth’s Compendium of PA for kids (29), activity in each sport was categorized as low (≤3 METs), moderate (<3 METs ≤6), or vigorous (>6 METs) intensity. This allowed us to calculate the

amount of time spent daily in each PA intensity and to identify adolescents who followed the recommendations of  $\geq 60$  minutes of MVPA daily (30). An estimation of the daily energy expenditure ( $\text{kcal} \cdot \text{day}^{-1}$ ) was also calculated using the specific METs values ( $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ), the time spent daily doing each activity ( $\text{min} \cdot \text{day}^{-1}$ ), and the participant's weight (kg) (31).

### ***Adult questionnaire***

The accompanying parents (or legal guardians) answered questions regarding their own PA habits. In that questionnaire, they identified the PA that they practiced in the last 3 months amongst a list of 21 different activities (26). Each sport was categorized as low/moderate (METs  $\leq 6$ ) or vigorous ( $>6$  METs) intensity (28, 32). This allowed us to identify parents that were practicing at least one vigorous PA. The parent's PA variety was also calculated and the PA variety was dichotomized for regression analysis as  $<3$  vs.  $\geq 3$  for the outcome "minutes of MVPA" and  $<2$  vs.  $\geq 2$  for the outcome "total screen time". Finally, parents also reported if they were participating in a PA with their child or not.

### **Statistical analysis**

Pearson's Chi-square and non-parametric Mann-Whitney-Wilcoxon tests were used for comparisons of distributions between subgroups. Cohen's effect sizes were computed to allow comparisons of means using Cohen's d value based on pooled standard deviation and proportions between groups using Cohen's h value (33). Following Cohen's standard, effect sizes  $<0.5$  were considered small,  $\geq 0.5$  and  $<0.8$  were considered medium, and  $\geq 0.8$  were considered large (33). Percentages, medians, and interquartile ranges (Q1 and Q3) are presented in statistical tables and means (standard deviation) in the text. In addition, multiple linear and logistic regressions were used to detect which factors were associated with time spent in MVPA and total screen time. For those analyses, T1D adolescents were selected based on detailed MVPA and total screen profile available for this age group. For linear regression, a square root transformation was performed on the dependent variable to meet the hypothesis of normality and homogeneity of variances. For both linear and logistic regressions, the independent variables considered in the regression models were: sex, type of treatment, BAPAD1 score, previous experiences of PA hypo/hyperglycemia, fear of

hypo/hyperglycemia, parental PA variety, parental PA level, and parents participating in a PA with their child. A stepwise selection method based on Akaike's Information Criterion (AIC) statistic was used with non-missing data to select the best models. Statistical significance was first set at a p-value of  $<0.05$  and the significance level for multiple comparisons was set at 0.001 after Bonferroni correction. R Version 3.0.2 was used for all analyses.

## Results

In this study, 56% of subjects were boys and 60% were using an insulin pump (Table 1). Sex, age, and BMI percentile were similar for both treatment groups. Mean duration of diabetes was 5.3 (3.6) years, with the duration of diabetes for subjects using a pump significantly longer by 2 years compared to subjects using injections (Table 1). Compared to subjects using injections, an additional 12% of subjects using a pump reported sometimes experiencing hypoglycemia during PA, while it was an additional 21% for hyperglycemia ( $p=0.068$  and  $0.007$ , respectively), representing small and medium effect sizes, respectively (Table 1).

Total scores for PA barriers monitored by the BAPAD1 questionnaire were similar for both insulin treatment groups (Table 1). Figure 1 shows individual PA barriers, first for general PA barriers, followed by those specific to diabetes. Of the 10 individual barriers, those related to diabetes were important in both treatment groups, with "risk of hypoglycemia" being the most frequent barrier. There were 35% of subjects using a pump and 46% using injections that had at least one barrier related to diabetes ( $p=0.195$ ). For all listed barriers, no significant differences were noted between insulin treatments (p-values ranging from 0.089 to 0.933).

The two treatment groups had similar sedentary and PA habits (Table 2). Nevertheless, the period referring to the 7 days prior to the evaluation shows that an additional 21% of children did  $\geq 60$  minutes of MVPA on most days of the week if they belonged to the group using injections ( $p=0.263$ ; Table 3). For adolescents, subjects using injections and subjects using a pump had more comparable results for the number of minutes of low and moderate-to-vigorous PA (Table 3): only an additional 7% of the adolescents using a pump followed the



recommendation of at least 60 minutes of MVPA per day compared to adolescents using injections ( $p=0.342$ ). When comparing the specific PA components, the two treatment groups had similar results: frequency ~ 5 times per week for both groups, duration ~ 72 minutes at each occasion, and variety ~ 5 different sports.

Sixty-two percent of parents were doing at least one vigorous-intensity sport, 54% were practicing at least 3 different activities, and 53% were participating in a PA with their child. These indicators were considered along with others in the regression models to understand the factors linked to the activity lifestyles of T1D patients. The analysis revealed that a higher variety in PA in parents was associated with increased MVPA and less screen time by the adolescents, and that more frequent experiences of PA hyperglycemia tended to be associated with increased MVPA (Table 4).

## **Discussion**

Recent findings from a meta-analysis showed that PA might delay cardiovascular diseases in pediatric T1D patients (34) and that a better understanding of the lifestyle habits of T1D subjects and their underlying associated factors is important to help develop strategies to foster greater PA in these vulnerable youth. The current study aimed at investigating the activity profile of children and adolescents following two main modes of treatment: insulin pump and insulin injections. Using a clinical setting to survey 188 patients, this study revealed that there were no significant differences in PA, sedentary habits, and exercise barriers between T1D children and adolescents using injections or a pump. While treatment approach was not a significant contributor to a healthy lifestyle, higher activity levels were found in adolescents who had parents with varied sports practices and a tendency of higher activity levels was found in those who more often experienced PA hyperglycemia.

It is well known that most of the pediatric population does not follow PA guidelines and this, especially in adolescents (35,36). In T1D patients from the current study, 43% of children reported doing  $\geq 60$  minutes of PA on at least 4 days a week and 16% of adolescents declared

doing it 7 days a week, without significant differences between treatment groups. Findings from the recent Norwegian study by Øverby et al. (21), similar to ours in terms of age group, collection methods, questions, and analysis performed, were confirmed by the current study, which found no significant difference in PA levels between insulin treatment groups. However, the direct comparison of actual data between the studies was limited because the questions and computation of indicators derived from the questionnaires were different. A strength of the current study is that distinctions for children and adolescents were present in the analysis and such an approach provides insight into age differences. While no differences were present in adolescents, non-significant but clinically large differences in lifestyles were present in children: 40% of children using a pump vs. 61% of children using injections performed  $\geq 60$  min of PA most days of the week ( $p=0.263$ ).

A novel element of the current study is the analysis of T1D pediatric patients' exercise barriers, a concept up to now underreported. We found that the overall BAPAD1 mean score was similar in both treatment groups [ $\sim 2.4$  (1.0)]. This value was similar or slightly lower to mean scores obtained in previous studies in T1D adults [2.5(1.0) and 3.1(1.7)] (19, 24), suggesting that pediatric patients face equivalent or fewer barriers to an active lifestyle than adults. Clinically interesting and non-significant differences were identified between patients using injections and those using a pump; the latter reported fewer fears of hypoglycemia (21% vs. 33%;  $p=0.089$ ), and this, even if they tended to report more experiences of hypoglycemia during PA (87% vs. 75%;  $p=0.068$ ). This result is surprising since T1D adults with non-specified insulin regimen in a study by Brazeau et al. (2008) reported a positive association between fear of hypoglycemia and previous episodes of severe hypoglycemia ( $r=0.26$ ;  $p=0.009$ ) (19). The concept that subjects using a pump might more regularly monitor their glucose levels and thus are more aware of when they are in hypo/hyperglycemia warrants further investigation. Continuous glucose monitoring could also help future studies confirm the higher levels of hypoglycemia reported by patients using a pump.

The specific activity components (intensity, duration, frequency, and variety) reported in the current study are key to better understanding the underlying elements of an active lifestyle. First, global PA levels and specific PA components were similar between the injections and

pump groups for adolescents. This more complete finding than that of Øverby et al. (2009) (21) allows us to conclude that there was no association between treatment modalities and PA components in T1D adolescents. This suggests that even if the use of a pump tended to be associated with a lower fear of hypoglycemia, adolescents that use this type of treatment do not engage in more frequent, longer duration, or greater variety of PA.

Screen time is known to be linked to poorer glucose regulations (37) and to a higher risk of being overweight or obese (21,38) in T1D youth. The American and Canadian diabetes associations do not provide any specific screen time guidelines for T1D children and adolescents, but general pediatric recommendations are that youth should spend less than 2 hours in front of screens (television, video games, and computer) per day (27, 39). In the current study, 56% of subjects did not fulfill these recommendations compared to 43% in the Norwegian study (21), although these differences were likely due to differences in the questions asked. The current study also supports the fact that T1D adolescents are more exposed to screens: 62% of adolescents compared to 41% of children reported spending more than 2 hours per day in front of a screen. This result is in line with the general pediatric population, where older adolescents spend more time in sedentary activities than children (36, 40). Similar to Øverby et al. (21) where total inactivity was similar for pump and injections groups [232(95) min/day vs. 222(83) min/day;  $p=0.255$ ], there were no significant differences in the sedentary profile between subjects using a pump and subjects using injections in the current sample (children: 61% vs. 56% followed screen time recommendations,  $p=0.924$ ; adolescents: 41% vs. 34% followed screen time recommendations,  $p=0.507$ ).

The investigation of factors linked to healthier lifestyle led to interesting results. The odds of watching >2h of screen time per day was lower for adolescents with parents' PA variety  $\geq 2$  (OR=0.33;  $p=0.040$ ). This result, in addition to the positive association found between the variety of parental PA and MVPA, reveals that T1D adolescents with parents that were performing a larger variety of PAs had a healthier lifestyle: they exercised more and spent less time in front of screens. Moreover, a wider variety of parental PAs appeared to be more important than parents participating in PAs with their child and the actual parental PA level per se. Several previous reports have looked into the association between parental PA behavior

and their child's PA level in different populations (41). However, to our knowledge, none of these studies specifically examined the variety of parental PAs as a potential factor. One can speculate that parents with a wide variety of activities is a contributing factor in helping their children find activities that are well suited for them.

### **Strengths and limitations of the study**

This study was conducted in a clinical setting by a research team not involved in the subjects' treatment. It included a large sample size that examined children and adolescents from 6 to 17 years-of-age. However, the investigation of subgroups with restraint sample sizes could have led to the absence of statistically significant differences despite large empirical differences. Nevertheless, small effect sizes were obtained in most cases, showing that the magnitude of the treatment effect would remain relatively limited with a larger sample. The absence of distinctions between multiple daily injections and more conventional forms of injection treatments, as well as criteria used by the endocrinologists to suggest pump use to some subjects as opposed to others (e.g., maturity of the subjects, motivation and ability to understand pump issues) (42), limits some interpretation and does not take into account that subjects using a pump might have a different profile than those using injections. As is the case in most studies examining lifestyle habits, the challenge is relying on self-reported and not objectively measured indicators. The current study was strengthened by the use of a validated questionnaire retrieved from a most recent national survey, allowing for the determination of the variety of PAs in parents as well as participants. Differences in sedentary and PA questions for children and adolescents were, however, present, which limits comparison between these groups.

## **Conclusion**

PA and sedentary profiles were similar between T1D children and adolescents using a pump and those using injections, specifically in terms of intensity, duration, frequency, and variety. Independent of the treatment, fear of hypoglycemia was the most important barrier to an active lifestyle for pediatric T1D patients, and parents' PA variety played a significant role in T1D adolescent's healthy PA and sedentary habits.

## **Acknowledgments**

This study was supported by Diabetes Québec. IM received grants from the JA De Sève Foundation and the Sainte-Justine's University Hospital Center Foundation. MH holds a Fonds de Recherche en Santé du Québec Junior 1 salary award. We would like to thank all the families that took part in the project, the interns involved in the project, and the Endocrinology clinic at Sainte-Justine's University Hospital Center.

## References

1. WHO. Global status report on noncommunicable diseases. 2012. Available from: <http://www.who.int/global-coordination-mechanism/publications/global-status-report-ncds-2014-eng.pdf>.
2. Public Health Agency of Canada - Diabetes in Canada: Facts and figures from a public health perspective 2011. Available from: <http://www.phac-aspc.gc.ca/cd-mc/publications/diabetes-diabete/facts-figures-faits-chiffres-2011/index-eng.php>.
3. Anderson BJ, McKay SV. Barriers to glycemic control in youth with type 1 diabetes and type 2 diabetes. *Pediatric diabetes*. 2011;12(3):197-205.
4. Kavey R-EW, Allada V, Daniels SR, Hayman LL, McCrindle BW, Newberger JW, et al. Cardiovascular Risk Reduction in High-Risk Pediatric Patients: A Scientific Statement From the American Heart Association Expert Panel on Population and Prevention Science; the Councils on Cardiovascular Disease in the Young, Epidemiology and Prevention, Nutrition, Physical Activity and Metabolism, High Blood Pressure Research, Cardiovascular Nursing, and the Kidney in Heart Disease; and the Interdisciplinary Working Group on Quality of Care and Outcomes Research. *Journal of the American Heart Association*. 2006.
5. Swerdlow AJ, Jones ME. Mortality during 25 Years of Follow-Up of a Cohort with Diabetes. *International Journal of Epidemiology*. 1996;25(6):1250-61.
6. Canadian Diabetes Association Clinical Practice Guidelines Expert Committee. Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada. *Can J Diabetes*. 2013;37(1):S1-S212.

7. Valerio G, Spagnuolo MI, Lombardi F, Spadaro R, Siano M, Franzese A. Physical activity and sports participation in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2007;17:376-82.
8. Bernardini AL, Vanelli M, Chiari G, Iovane B, Gelmetti C, Vitale R, et al. Adherence to physical activity in young people with Type 1 diabetes. *ACTA BIO MEDICA ATENEO PARMENSE*. 2004:153-7.
9. Herbst A, Bachran R, Kapellen T, Holl RW. Effects of Regular Physical Activity on Control of Glycemia in Pediatric Patients With Type 1 Diabetes Mellitus. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 2006;160:573-7.
10. Lukacs A, Mayer K, Juhasz E, Varga B, Fodor B, Barkai L. Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2012;13(5):432-7.
11. Franco OH, de Laet C, Peeters A, Jonker J, Mackenbach J, Nusselder W. Effects of Physical Activity on Life Expectancy With Cardiovascular Disease. *JAMA Internal Medicine*. 2005;165:2355-60.
12. Kodama S, Tanaka S, Heianza Y, Fujihara K, Horikawa C, Shimano H, et al. Association between physical activity and risk of all-cause mortality and cardiovascular disease in patients with diabetes: a meta-analysis. *Diabetes care*. 2013;36(2):471-9.
13. Li J, Siedrist J. Physical Activity and Risk of Cardiovascular Disease—A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2012;9:391-407.
14. Fox DKR. The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutrition*. 1999;2(3a):411-8.

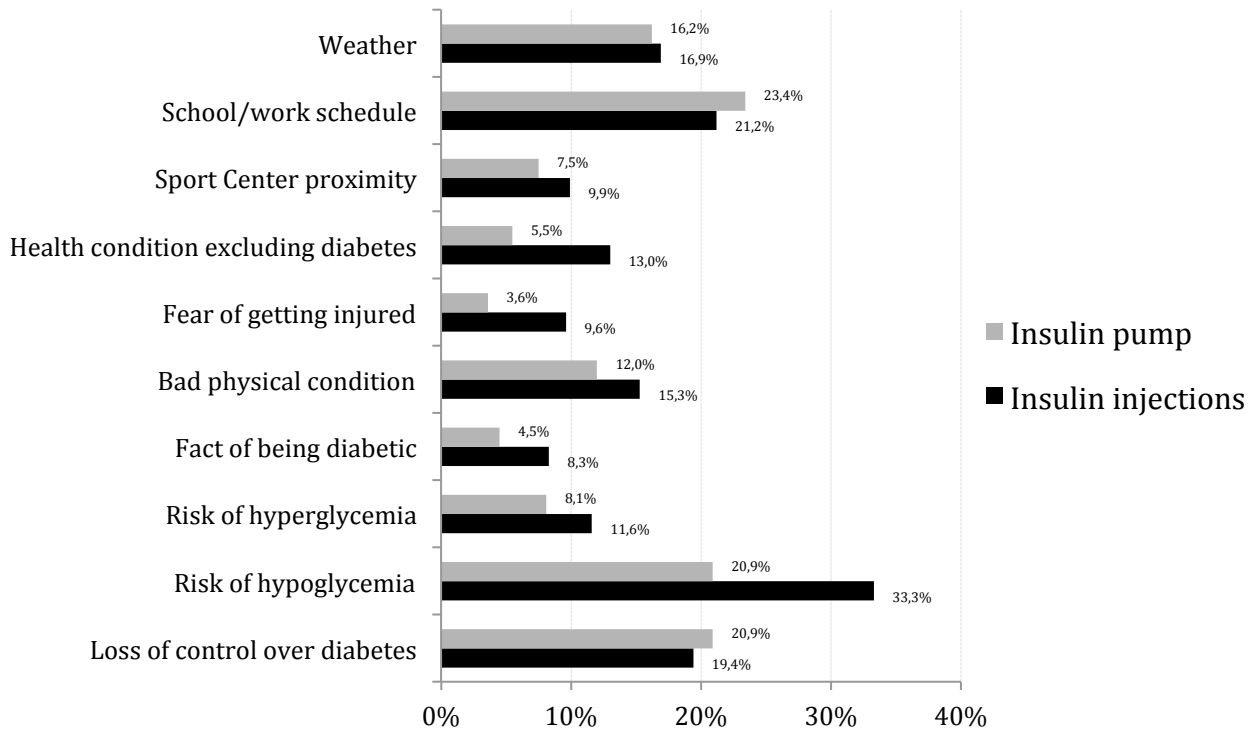
15. Davis CL, Cooper S. Fitness, fatness, cognition, behavior, and academic achievement among overweight children: do cross-sectional associations correspond to exercise trial outcomes? *Preventive medicine*. 2011;52 Suppl 1:S65-S9.
16. Sofi F, Valecchi D, Bacci D, Abbate R, Gensini GF, Casini A, et al. Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *Journal of Internal Medicine*. 2010;269:107-17.
17. Martins CTB, Ramos GSM, Guaraldo S, Uezima CBB, Martins JoPLB, Ribeiro Junior E. Comparison of cognitive function between patients on chronic hemodialysis who carry out assisted physical activity and inactive ones. *Jornal Brasileiro de Nefrologia*. 2011;33(1):27-30.
18. Younk L, Tate D, Davis SN. Physical activity in adolescents with type 1 diabetes: is more better for glycemic control? *Pediatric Diabetes*. 2009;10:231-3.
19. Brazeau AS, Rabasa-Lhoret R, Strychar I, Mircescu H. Barriers to Physical Activity Among Patients With Type 1 Diabetes. *DIABETES CARE*. 2008;31(11):2108-9.
20. Johnson S, Cooper M, Jones T, Davis E. Long-term outcome of insulin pump therapy in children with type 1 diabetes assessed in a large population-based case-control study. *Diabetologia*. 2013;56(11):2392-400.
21. Øverby NC, Margeirsdottir HD, Brunborg C, Anderssen SA, Andersen LF, Dahl-Jørgensen K, et al. Physical activity and overweight in children and adolescents using intensified insulin treatment. *Pediatric Diabetes*. 2009;10:135-41.
22. Centers for Diseases Control and Prevention: Other Growth Chart Resources. 2014. Available from: <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpao/growthcharts/resources/index.htm> - tools.



23. Lau DC. Synopsis of the 2006 Canadian clinical practice guidelines on the management and prevention of obesity in adults and children. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*. 2007;176(8):1103-6.
24. Dubé MC, Valois P, Prud'homme D, Weisnagel SJ, Lavoie C. Physical activity barriers in diabetes: Development and validation of a new scale. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2006;72(1):20-7.
25. Brazeau AS, Mircescu H, Desjardins K, Dubé MC, Weisnagel SJ, Lavoie C, et al. The Barriers to Physical Activity in Type 1 Diabetes (BAPAD-1) scale: Predictive validity and reliability. *Diabetes & Metabolism*. 2012;38(2):164-70.
26. Canadian Health Measures Survey - Cycle 2 - Household Questionnaire (2009 to 2011). Available from: [http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmdi/instrument/5071\\_Q1\\_V2-eng.pdf](http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmdi/instrument/5071_Q1_V2-eng.pdf).
27. Canadian Society of Exercise Physiology: Canadian Sedentary Behaviour Guidelines. 2012. Available from: [http://www.csep.ca/CMFiles/Guidelines/CanadianSedentaryGuidelinesStatements\\_E\\_2012.pdf](http://www.csep.ca/CMFiles/Guidelines/CanadianSedentaryGuidelinesStatements_E_2012.pdf).
28. WHO. World Health Organisation: What is Moderate-intensity and Vigorous-intensity Physical Activity? 2015. Available from: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical\\_activity\\_intensity/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/en/).
29. Ridley K, Ainsworth B, Olds T. Development of a Compendium of Energy Expenditures for Youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2008;5(1):45.
30. WHO. World Health Organisation: Global recommendations on physical activity for health. 2011. Available from: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-recommendations-5-17years.pdf?ua=1>.

31. McArdle WD, Katch, FI, Katch, VL. Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance, 7th ed. 2010.
32. Ainsworth B, Haskell W, Whitt M, Irwin M, Swartz A, Strath S, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000;32:s498 - s516.
33. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*: Academic press; 2013.
34. Quirk H, Blake H, Tennyson R, Randell TL, Glazebrook C. Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*. 2014;31(10):1163-73.
35. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(1):181-8.
36. Colley RC, Garriguet D, Janssen I, Craig CL, Clarke J, Tremblay MS. *Activité physique des enfants et des jeunes au Canada : résultats d'accélérométrie de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé de 2007-2009*. 2011.
37. Galler A, Lindau M, Ernert A, Thalemann R, Raile K. Associations Between Media Consumption Habits, Physical Activity, Socioeconomic Status, and Glycemic Control in Children, Adolescents, and Young Adults With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*. 2011;34(11):2356-9.
38. Dietz WH. The role of lifestyle in health: the epidemiology and consequences of inactivity. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1996;55(03):829-40.

39. Strasburger VC, Hogan MJ, Mulligan DA, Ameenuddin N, Christakis DA, Cross C, et al. Children, adolescents, and the media. *Pediatrics*. 2013;132(5):958-61.
40. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR, et al. Amount of Time Spent in Sedentary Behaviors in the United States, 2003–2004. *American Journal of Epidemiology*. 2008;167(7):875-81.
41. Yao CA, Rhodes RE. Parental correlates in child and adolescent physical activity: a meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2015;12(1):10.
42. Plotnick L, Clark L. Insulin Pumps in Children and Adolescents. *The Endocrinologist*. 2001;11(2):112-7.



**Figure 1.** Percentage of participants that perceived the listed element as a barrier to practice physical activity (for insulin pump and insulin injections treatments)

**Table 1.** Descriptive characteristics

	<b>Insulin injections</b> ( <i>n</i> =75 <sup>a</sup> )	<b>Insulin pump</b> ( <i>n</i> =113 <sup>b</sup> )	<b>P-value</b>	<b>Effect size</b> (Cohen's <i>d</i> or <i>h</i> ) <sup>c</sup>
Sex (% boys)	54.7	57.5	0.813	0.1
Age, median (Q1-Q3)	14.0 (11.0-15.0)	13.0 (11.0-15.0)	0.697	0.1
BMI percentile, median (Q1-Q3)	76.1 (52.8-87.1)	80.0 (62.8-90.2)	0.430	0.1
Duration of diabetes in years, median (Q1-Q3)	3 (2-6)	5 (3-9)	<0.001	0.4
Sometimes experience PA hypoglycemia (%)	74.6	86.5	0.068	0.3
Sometimes experience PA hyperglycemia (%)	20.0	41.3	0.007	0.5
BAPAD1 score, median (Q1-Q3)	2.3 (1.6-3.3)	2.2 (1.5-2.9)	0.576	0.2

Q1: First quartile; Q3: Third quartile; BMI= Body Mass Index; BAPAD1= barriers to physical activity in type 1 diabetes

<sup>a</sup> For BMI Percentile *n*=64 and for BAPAD-1 Score *n*=73

<sup>b</sup> For BMI Percentile *n*=93 and for BAPAD-1 Score *n*=111

<sup>c</sup> Cohen's *d* for comparison of means and Cohen's *h* for comparison of proportions

**Table 2.** Sedentary profile

	Insulin injections		Insulin pump		P-value	Effect size <i>Cohen's h</i>
	<i>n</i>	<i>Value</i>	<i>n</i>	<i>Value</i>		
<b>&lt; 12 years old</b>						
≤2h TV viewing and video games·day <sup>-1</sup> (%)	18	72.2	31	80.6	0.744	0.2
≤2h computer·day <sup>-1</sup> (%)	18	94.4	31	93.5	-	0.0
≤2h total screen time·day <sup>-1</sup> (%) (TV, video games, computer)	18	55.6	31	61.3	0.924	0.1
<b>≥ 12 years old</b>						
≤2h TV viewing·day <sup>-1</sup> (%)	53	83.0	82	80.4	0.886	0.1
≤2h video games·day <sup>-1</sup> (%)	53	83.0	80	87.5	0.638	0.1
≤2h computer·day <sup>-1</sup> (%)	53	66.0	80	71.3	0.656	0.1
≤2h total screen time·day <sup>-1</sup> (%) (TV, video games, computer)	53	34.0	80	41.3	0.507	0.2

- : Chi-square could not be calculated because one or more cells had a ≤ 1 value); TV = Television

**Table 3.** Physical activity profile

	Insulin injections		Insulin pump		P-value	Effect size
	<i>n</i>	<i>Value</i>	<i>n</i>	<i>Value</i>		<i>Cohen's d or h<sup>a</sup></i>
<b>&lt; 12 years old</b>						
<i>In the last 7 days...</i>						
≥60 minutes of MVPA at least 4 days·week <sup>-1</sup> (%)	18	61.1	30	40.0	0.263	0.4
<i>In a usual week...</i>						
≥60 minutes of MVPA at least 4 days·week <sup>-1</sup> (%)	19	47.4	30	40.0	0.832	0.1
<b>≥ 12 years old</b>						
Minutes of low intensity PA·day <sup>-1</sup> , median (Q1-Q3)	54	1.6 (0.0-7.5)	80	2.0 (0.0-7.6)	0.845	0.2
Minutes of MVPA·day <sup>-1</sup> , median (Q1-Q3)	54	27.1 (5.5-42.3)	80	23.5 (10.1-50.3)	0.657	0.1
≥60 minutes of MVPA on average·day <sup>-1</sup> (%)	54	11.1	80	18.8	0.342	0.2
Frequency of PA·week <sup>-1</sup> , median (Q1-Q3)	54	4 (1-8)	80	4 (2-8)	0.534	0.0
Variety of sports practiced, median (Q1-Q3)	54	4 (2-7)	80	5 (3-7)	0.333	0.2
Minutes of PA on each occasion, median (Q1-Q3)	47	60.0 (45.3-90.8)	76	55.4 (40.9-75.5)	0.261	0.3
PA energy expenditure, kcal·day <sup>-1</sup> , median (Q1-Q3)	52	175 (36-316)	76	164 (62-349)	0.905	0.0

MVPA: moderate-to-vigorous physical activity; Q1 = first quartile; Q3 = third quartile;

<sup>a</sup>Cohen's *d* for comparison of means and Cohen's *h* for comparison of proportions

**Table 4.** Regression coefficients for minutes of moderate-to-vigorous physical activity and total screen time in adolescents

<b>Model 1 : Minutes of MVPA<sup>a</sup></b>				
	<b>Beta Coefficient</b>	<b>Standard Error</b>	<b>P-value</b>	
Sometimes experience PA hyperglycaemia (yes vs. no)	0.97	0.57	0.090	
Parent's PA variety ( $\geq 3$ vs. $< 3$ )	1.61	0.53	0.003	
Adjusted R <sup>2</sup>	<b>0.074</b>			

<b>Model 2 : Total screen time<sup>b</sup></b>				
	<b>Beta Coefficient</b>	<b>Standard Error</b>	<b>P- value</b>	<b>Odds Ratio (95% CI)</b>
Parent's PA variety				
$< 2$	0.00	–	–	1.00
$\geq 2$	-1.11	0.54	0.040	0.33 (0.10, 0.89)

$n=114$

MVPA: moderate-to-vigorous physical activity

<sup>a</sup> Multiple linear regression (the dependent variable is the square root of minutes of MVPA per day)

<sup>b</sup> Logistic regression (the dependent variable is coded as “0” for  $\leq 2$  hours of total screen time per day and “1” for  $>2$  hours of total screen time per day)



## **Discussion**

La discussion générale du mémoire débutera avec un retour sur l'étude faisant l'objet de ce mémoire. Le sommaire des résultats présentés dans l'article sera bonifié par la présentation des résultats complémentaires d'intérêt. De plus, certains concepts seront étayés pour élargir la discussion. La section transfert des connaissances mettra de l'avant les applications possibles découlant des résultats présentés et sera suivie d'une présentation des perspectives futures. Finalement, un bref aperçu de l'implication dans le projet sera présenté.

### **1. Retour sur les résultats de l'étude**

Le but de cette étude était de comparer les niveaux d'activités sédentaire et physique des enfants et adolescents DT1 selon qu'ils utilisaient la pompe ou les injections d'insuline. La comparaison entre les deux modes de traitement incluait plus précisément les composantes de l'activité physique pratiquée comme l'intensité, la durée, la fréquence et la variété, ainsi que les barrières à l'exercice. L'étude comportait aussi l'analyse du profil d'activité physique des parents en relation avec le mode de vie du jeune. Le nombre de participants était de 188 enfants et adolescents DT1 âgés de 6 à 17 ans.

Un constat majeur du présent mémoire a été que la majorité des participants de notre étude ne suivait pas les recommandations en activité physique, tout comme l'avait constaté l'étude norvégienne d'Øverby et al. (2009) pour les enfants et adolescents DT1. Cette dernière comparait le niveau d'activité physique entre les enfants et adolescents DT1 utilisant la pompe et ceux utilisant les injections multiples, et une différence non-significative de seulement une minute par jour avait été notée entre les deux modes de traitement. Ceci est comparable aux trois minutes de différence obtenues entre les utilisateurs de la pompe et des injections de notre étude, soit les données des adolescents pouvant faire l'objet de comparaison vu les caractéristiques des outils de collecte.

Étant donné que les patients utilisant la pompe avaient tendance à avoir moins peur des hypoglycémies liées à l'exercice, il est surprenant que ceux-ci n'aient pas rapporté un niveau d'activité physique plus élevé que les patients utilisant les injections. Aussi, la pompe offrant plusieurs avantages non-négligeables au niveau du contrôle de l'hémoglobine glyquée, des hypoglycémies sévères et dans la flexibilité de l'horaire quotidien (Johnson et al., 2013), ces éléments auraient pu jouer en la faveur d'une pratique plus importante d'activité physique chez les utilisateurs de la pompe. Il est tout de même intéressant de constater que la pompe est de plus en plus prescrite chez les athlètes élite DT1 (Kordi & Ali Rabbani, 2007), ce qui laisse supposer que ce dispositif offrirait des bienfaits intéressants pour la pratique sportive, du moins de haut niveau.

La présente étude est allée plus loin que celle d'Øverby et al. (2009) en comparant les composantes de l'activité physique entre les deux groupes de traitement en plus du niveau d'activité physique global. Aucune différence n'a été décelée entre les deux groupes. Ainsi, les participants faisaient leur activité physique à des intensités, des fréquences, des durées et avec une variété similaires, peu importe leur mode de traitement. Partant de ce constat, les cliniciens ainsi que les patients pourraient considérer dans un premier temps d'augmenter la composante fréquence, et ce, potentiellement pour les deux modes de traitement. En effet, pratiquer de l'activité physique régulière à une fréquence élevée contribuerait à diminuer le niveau d'HbA1c, sans par ailleurs avoir un effet négatif sur le taux d'hypoglycémies sévères (Herbst et al., 2006). Toutefois, les enfants et adolescents DT1 ne semblent pas aller dans le sens de cette proposition puisqu'ils pratiquent leur activité physique d'intensité moyenne à élevée à une fréquence significativement plus faible que les non-DT1 (Valerio et al., 2007). Sur la base des connaissances actuelles, les intervenants auprès des enfants et adolescents DT1 ont donc intérêt à faire entre autres la promotion d'une fréquence plus élevée de séances d'activité physique pour améliorer la santé des patients DT1 sans augmenter les risques liés à la pratique d'activité physique.

Un autre élément innovateur étudié dans cette étude sur les enfants et adolescents DT1 est la présence de barrières à la vie active. Aucune différence significative de barrières n'a été observée entre les utilisateurs de la pompe et les utilisateurs d'injections. Par contre, trois

constats intéressants peuvent être tirés des résultats de l'étude. Le premier constat est que, tout comme chez les adultes DT1, la peur des hypoglycémies liées à la pratique d'activité physique était la barrière à l'exercice la plus fréquente chez les participants (Brazeau et al., 2008). Cette barrière était suivie de près par une barrière non liée au diabète et qui est la plus commune chez les adolescents et les adultes de la population générale, c'est-à-dire le manque de temps (Brownson et al., 2001; Tappe, Duda, & Ehrnwald, 1989). Un deuxième constat est qu'il y a eu 35% des participants utilisant la pompe et 46% de ceux utilisant les injections qui ont déclaré avoir au moins une des quatre barrières spécifiques au diabète. Ceci suggère que cette maladie prend une place importante dans la gestion de la vie active des patients DT1. Le dernier constat, qui n'a pas pu être présenté dans l'article scientifique, est qu'une différence entre les deux sexes tendait à émerger. En effet, le score du BAPAD1 était de  $2,5 \pm 1,1$  chez les filles et de  $2,2 \pm 0,9$  chez les garçons ( $p=0,060$ ), indiquant une tendance à plus de barrières pour les filles. De plus, 32% des filles comparativement à seulement 21% des garçons ont rapporté la peur des hypoglycémies comme barrière à l'exercice ( $p=0,136$ ). Ces résultats sont similaires à ceux des adolescents de la population générale chez qui le score de plusieurs barrières ont tendance à être plus élevés pour les filles que pour les garçons (Tappe et al., 1989). En somme, des interventions pour diminuer ou voire même normaliser les barrières à l'exercice au niveau des jeunes sans pathologie pourraient contribuer à l'amélioration des habitudes d'activité physique des enfants et adolescents DT1.

À cet égard, il est intéressant de noter que pour aider les patients DT1 à diminuer leur peur de la perte de contrôle de la glycémie entourant la pratique de l'activité physique, des stratégies existent pour s'assurer que l'exercice est pratiqué de façon sécuritaire. Dans la présente étude, une grande proportion des patients a révélé avoir parfois des hypoglycémies (82%) ou des hyperglycémies (33%) pendant la pratique d'activité physique. Notre étude ne s'est pas penchée sur les stratégies qui existent pour mieux contrôler la glycémie entourant la pratique d'activité physique, mais il est pertinent d'élargir la discussion pour présenter certaines des études qui ont déjà abordé cette question chez les enfants et adolescents DT1. Un premier exemple est une récente étude qui a testé différentes stratégies d'ajustement d'insuline lors d'un exercice de 30 minutes chez des patients adultes utilisant la pompe, et une des stratégies

retenue par les chercheurs était de retirer la pompe pendant l'exercice (Franc et al., 2015). Un deuxième exemple est une étude qui a rapporté que de prendre un supplément de glucides avant une séance d'une heure d'exercice de moyenne intensité s'est avéré être la meilleure stratégie pour prévenir les hypoglycémies causées par l'exercice chez les adolescents DT1, avec un intérêt pour la supplémentation en protéines pendant et après l'effort (Dube, Lavoie, Galibois, & Weisnagel, 2012).

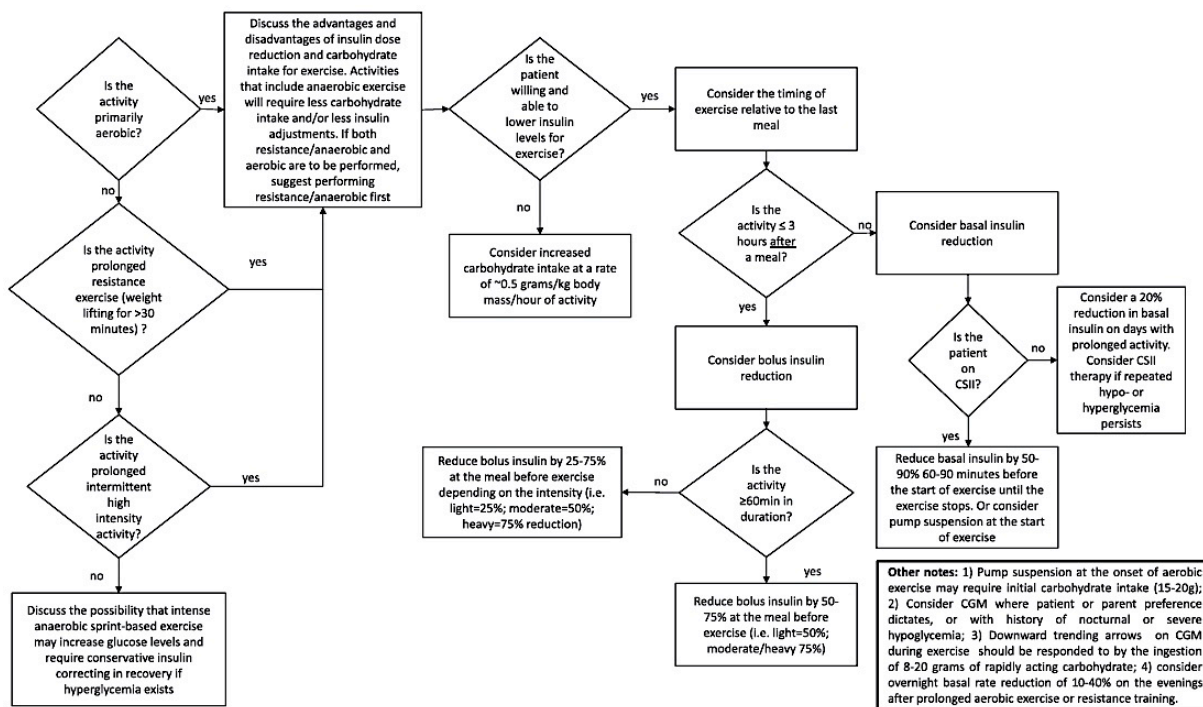


Figure 6 – Arbre de décision pour les ajustements à l'exercice des patients DT1

Source : Pivovarov et al. (2015)

Une récente étude a opté pour l'intégration de l'information acquise dans une douzaine d'études pour développer un arbre de décision pour une pratique d'activité physique sécuritaire chez les enfants et adolescents DT1 [Figure 6; Pivovarov et al. (2015)]. Le principe de l'algorithme est d'ajuster les doses d'insuline et la consommation de glucides lorsque les patients pratiquent de l'activité physique, en se basant sur la modalité, l'intensité, la durée et le

moment de l'activité physique, ainsi que sur le type de traitement à l'insuline utilisé. Les participants de notre étude pourraient bénéficier de stratégies comme celles présentées dans cet algorithme pour diminuer leurs hypoglycémies et hyperglycémies induites par l'activité physique et pour diminuer leur peur de perdre le contrôle de leur glycémie pendant l'activité physique. En plus de l'ajustement de l'insuline et de la consommation de nutriments spécifiques, d'autres stratégies existent pour éviter les hypoglycémies dues à l'exercice. Par exemple, il est possible d'effectuer des sprints intermittents et très brefs à intensité maximale soit au début, pendant ou à la fin d'une session d'exercice d'intensité modérée (Sigal, Armstrong, Colbym, et al., 2013). Ceci a pour effet de diminuer les hypoglycémies grâce à l'augmentation transitoire du glucose induite par les sprints.

Malgré qu'une vaste gamme de stratégies existe pour mieux contrôler la glycémie pendant l'exercice, il est d'intérêt de savoir quelles stratégies sont réellement utilisées par les enfants et adolescents DT1 pendant leur pratique d'activité physique. En fait, une étude a révélé que 50% des patients pédiatriques DT1 vérifient leurs niveaux de glucoses avant ou après l'exercice, mais aucun patient ne le fait pendant l'exercice (Bernardini et al., 2004). De plus, 32% des patients modifient leurs doses d'insuline de 10% à 20% selon leur niveau de glucose préexercice, et 27% évitent de s'injecter de l'insuline dans les extrémités majoritairement utilisées pour l'exercice. Aussi, 60% des patients prennent des glucides avant (35%), pendant (25%) ou après (40%) l'exercice. Finalement, il est encourageant de constater que plusieurs outils sont mis à la disposition des enfants et adolescents DT1 pour les aider à mieux contrôler leur glycémie lors de la pratique d'activité physique. Par contre, il sera intéressant d'observer dans l'avenir s'il sera possible d'intégrer les nouveaux outils, comme l'algorithme de la Figure 6, à la pratique clinique. Il est certain que ces stratégies sont tout de même un bon point de départ pour diminuer les barrières à l'exercice des patients pédiatriques DT1 et pour profiter d'une vie active tout en assurant une bonne sécurité.

Outre les habitudes en activité physique, la présente étude a aussi rapporté les habitudes en activités sédentaires des enfants et adolescents DT1. Près de la moitié des enfants et la majorité des adolescents ne suivaient pas les recommandations sur le temps total passé devant les écrans, c'est-à-dire de passer moins de deux heures par jour à regarder la télévision, à

utiliser l'ordinateur et à jouer à des jeux vidéo. Aucune différence de temps passé devant les écrans n'a été observée entre les utilisateurs de la pompe et les utilisateurs des injections. Il est intéressant de noter que le temps passé à regarder la télévision est fortement associé à un moins bon contrôle glycémique chez les enfants et adolescents DT1 (Margeirsdottir, Larsen, Brunborg, Sandvik, & Dahl-Jørgensen, 2007). En effet, les patients de l'étude de Margeirsdottir et al. (2007) avaient des moyennes d'HbA1c de 8,2%, 8,4%, 8,7% et 9,5% pour le temps passé à regarder la télévision de respectivement moins d'une heure, d'une, de deux, de trois et de quatre heures et plus ( $p < 0,001$ ). En plus du mauvais contrôle de la glycémie, trop de temps passé à regarder la télévision augmente les risques de faire de l'embonpoint chez les enfants et adolescents DT1 (Øverby et al., 2009). Avec ces résultats alarmants et sachant qu'il y a globalement 56% des jeunes de la présente étude qui ne suivent pas les recommandations de temps d'écran maximal, il est primordial d'informer les patients DT1 des complications que peut causer une trop longue exposition aux écrans. Il est aussi important d'identifier des stratégies efficaces pour les aider à trouver des alternatives de divertissement plus saines.

Nos travaux ont révélé que le type de traitement n'était pas associé aux saines habitudes de vie sur le plan de l'activité physique et de la sédentarité. Par contre, d'autres facteurs potentiellement associés à de meilleures habitudes de vie ont aussi été étudiés chez les adolescents DT1. Il en est ressorti qu'un seul facteur était significativement associé à moins de temps d'écran et à plus d'activité physique d'intensité moyenne à élevée. Ce facteur était la variété des activités physiques pratiquées par le parent. En effet, une pratique d'au moins deux types d'activité physique par le parent diminuait significativement les risques que l'adolescent DT1 passe plus de deux heures devant les écrans. Aussi, une pratique d'au moins trois différentes activités physiques par le parent augmentait significativement les chances que l'adolescent DT1 passe plus de temps à faire de l'activité physique d'intensité moyenne à élevée. De façon surprenante, le temps que le parent passait à faire de l'activité physique avec son enfant n'a pas été identifié comme un facteur important pour une vie active des adolescents DT1. À ce jour, la variété de l'activité physique des parents est un élément peu ou pas étudié et il est innovateur que la présente étude se soit penchée sur ce facteur. De façon intuitive, il semble évident de supposer qu'un parent pratiquant une plus grande variété de sports exposerait plus facilement son enfant à un plus grand choix d'activités. Aussi, le parent

ayant potentiellement développé des habiletés dans plusieurs sports, il pourrait être plus en mesure d'offrir une multitude d'outils à son enfant pour l'aider à développer ses propres aptitudes dans un sport donné. À savoir si cette observation se révélera être proposée aux jeunes avec des problèmes de santé tels que le DT1 ou tous les enfants pouvant bénéficier de parents avec un large référentiel, il sera nécessaire que la variété devienne une variable plus étudiée.

## **2. Transfert des connaissances**

Les résultats de notre étude mériteraient d'être transférés à la vie réelle pour qu'en bout de ligne, les enfants et adolescents DT1 puissent en bénéficier. Les résultats pourraient entre autres être utilisés par les professionnels de la santé qui jouent un rôle clé auprès des patients pédiatriques DT1, tels les endocrinologues, les kinésiologues et les nutritionnistes. Le transfert des connaissances devrait aussi passer par différents niveaux d'intervenants pour se rendre aux milieux cliniques, scolaires et familiaux qui ont un impact possiblement plus direct sur les enfants et les adolescents. Des interventions basées sur la famille, qui préconisent le partage des responsabilités entre le parent et l'enfant, ont fait leurs preuves pour améliorer le contrôle glycémique des enfants et adolescents DT1, et donc, des plans d'intervention incluant les parents s'avèrent désirables (Laffel et al., 2003). Il est certain que le transfert des connaissances doit être réalisé par différents intervenants afin que ces travaux trouvent écho dans différents milieux.

Nos travaux ont révélé qu'une faible proportion de participants respectait les recommandations en activité physique. Sachant qu'une pratique suffisante d'activité physique peut aider à contrôler le HbA1c des personnes DT1 (Bernardini et al., 2004; Herbst et al., 2006; Valerio et al., 2007), la motivation des patients à pratiquer de l'activité physique est souhaitable. Il s'avère que les interventions provenant des écoles peuvent aider à augmenter le niveau d'activité physique des enfants et adolescents de la population générale (Heath et al., 2012). Ainsi, à supposer que les élèves DT1 réagissent aussi bien aux interventions des écoles que les élèves de la population générale, l'école, avec un soutien adéquat, pourrait intervenir

auprès des élèves DT1 pour les encourager par exemple à s'inscrire à des sports parascolaires et à pratiquer du déplacement actif. De plus, les professeurs d'éducation physique pourraient trouver des sports qui suscitent l'intérêt des patients DT1 à qui ils enseignent l'éducation physique. Les enfants et adolescents DT1 étant plus susceptibles de pratiquer des sports individuels (Valerio et al., 2007), les professeurs d'éducation physique pourraient les initier aux sports d'équipe et aussi diversifier l'offre de sports individuels, et ainsi leur ouvrir les portes vers un plus grand éventail de sports possibles à pratiquer. Ayant été introduits à une plus grande variété de sports, ceci pourrait les aider à atteindre les recommandations en activité physique. En somme, l'école pourrait jouer un rôle important dans la motivation du patient pédiatrique DT1 à pratiquer plus d'activité physique et le transfert des connaissances devrait se rendre jusqu'aux écoles pour que le travail de terrain soit possible et efficace.

La peur des hypoglycémies s'est avéré être la barrière la plus importante à la vie active chez les enfants et adolescents DT1. Conséquemment, les professionnels de la santé sont appelés à apporter des outils à ces patients pour que leur peur diminue et ainsi les aider à augmenter leur pratique d'activité physique. À noter qu'il a été observé dans notre étude que ces peurs peuvent être fondées ou non sur des expériences d'hypoglycémies, mettant en lumière qu'un travail sur la perception réelle ou erronée peut être nécessaire. En effet, plus d'utilisateurs d'injections rapportaient avoir peur des hypoglycémies lors de l'activité physique que d'utilisateurs de la pompe, alors qu'ils rapportaient moins d'expériences d'hypoglycémies lors de l'exercice. Il est donc important que les intervenants auprès du patient aient un impact sur la barrière en plus des expériences elles-mêmes et de l'arrimage entre les deux, pour que la barrière tombe, et qu'ainsi le patient pratique potentiellement plus d'activité physique. Pour arriver à diminuer cette peur des hypoglycémies, l'équipe de professionnels de la santé peut enseigner au patient et à sa famille les différentes stratégies pour éviter les hypoglycémies induites par l'activité physique. En ayant en main une boîte à outils à utiliser lors de ses séances d'exercice, et étant appuyé au quotidien par sa famille, le patient pourrait se sentir plus en contrôle et moins craintif de faire des hypoglycémies. Les stratégies incluent les ajustements aux doses d'insuline et à la consommation de glucides entourant les séances d'activité physique, ainsi que les stratégies de sprints avant, pendant et après les séances (Pivovarov et al., 2015; Sigal, Armstrong, Colbym, et al., 2013). Le kinésiologue peut aussi



établir avec le patient la meilleure modalité, le moment idéal de la journée, ainsi que le volume optimal (intensité, fréquence et durée) des séances d'exercice afin de diminuer les risques de faire des hypoglycémies. Au fur et à mesure que le patient grandit et que son mode de vie change, un suivi des nouvelles expériences d'hypoglycémies pourrait être pertinent. Finalement, un programme d'entraînement individualisé qui tient compte d'une vaste gamme de critères peut faire toute la différence dans la quête d'une pratique d'activité physique régulière et sécuritaire chez les enfants et adolescents DT1. Faire tomber les barrières empêchant les patients DT1 de pratiquer de l'activité physique régulière ou les limitant dans leur pratique sportive devrait être l'un des objectifs principaux des intervenants auprès de ces jeunes pour assurer leur santé et leur bien-être.

De plus, nos résultats ont indiqué qu'une plus grande variété d'activité physique pratiquée par les parents est associée à de meilleures habitudes de vie chez les adolescents. L'équipe de professionnels de la santé pourrait transférer ces connaissances aux parents pour les encourager à pratiquer différents sports et ainsi avoir un impact positif sur leurs enfants. De plus, même si la présente étude n'a pas trouvé d'association entre l'implication du parent et le niveau de pratique d'activité physique de l'enfant, il peut être bénéfique d'encourager les parents à fournir à leurs enfants un accès à des installations sportives et à des déplacements actifs (Heath et al., 2012). Ceci est souhaitable surtout sachant que certaines études ont rapporté que le support du parent était un facteur corrélé à la pratique d'activité physique de l'enfant (Yao & Rhodes, 2015). Tous ces éléments contribuent à offrir un environnement motivant pour l'enfant pour qu'il atteigne le niveau recommandé d'activité physique.

### **3. Perspectives futures**

Dans ce domaine de recherche, des études complémentaires se devront de mieux comprendre la relation entre les habitudes de vie des patients, les options de traitement et le rôle des professionnels de la santé. Il est certain que des études utilisant des mesures directes des activités sédentaire et physique seront nécessaires pour valider les résultats obtenus dans cette étude qui utilisait des mesures rapportées. Par contre, l'administration de questionnaires dans

la présente étude a permis de faire ressortir la place importante que prend la variété de l'activité physique des parents dans les habitudes de vie des adolescents. Ceci est une information qui n'aurait pas pu être obtenue à l'aide d'outils de mesure directe d'activité physique comme l'accéléromètre. Une combinaison des deux types de mesures, soit rapportées et directes, sera donc vraisemblablement l'approche idéale dans des études ultérieures.

Tel qu'il nous a été rapporté en cours de projet, les endocrinologues se basent sur différents critères comme la maturité du patient pour prescrire la pompe à insuline dû à la complexité de son utilisation. Ceci fait en sorte qu'une étude observationnelle comme celle-ci est limitée dans l'interprétation des différents facteurs étudiés puisque les patients qui utilisent la pompe ont possiblement un profil différent des patients qui utilisent les injections. Pour éliminer le biais dû au profil spécifique associé au type de traitement, la conception d'une étude avec un plan d'expérience sera de mise. Ce type d'étude se caractérisant par un assignement aléatoire du type de traitement à chaque participant de l'étude, cela permettra d'élargir l'interprétation des résultats. Cependant, il peut être difficile de réaliser une telle étude sachant que certains types de patients ne peuvent pas utiliser la pompe car ils ne répondent pas aux critères présentés précédemment.

#### **4. Implication dans le projet**

Mon implication dans le projet a commencé par ma participation au dernier tiers de la collecte des données à la clinique d'endocrinologie du CHU Ste-Justine. Pour pouvoir bien informer les participants à l'étude, je devais bien connaître le sujet et bien vulgariser les différents concepts clé. Je devais aussi faire preuve d'enthousiasme pour inciter les patients et leurs parents à participer à l'étude. Ce fut une expérience enrichissante de rencontrer les patients DT1 et leurs parents. Certains nous racontaient leur histoire et cela m'a permis de mieux comprendre leur réalité, c'est-à-dire celle de vivre quotidiennement avec cette maladie qu'est le DT1 et les défis que cela comporte.

Ensuite, l'utilisation de mes connaissances et de mon expérience en statistique a été un atout pour traiter et analyser adéquatement les données. Aussi, la rédaction de l'article scientifique et du mémoire m'a permis d'approfondir mes connaissances dans les domaines de l'activité physique, du DT1, et plus spécifiquement dans le cas particulier des enfants et adolescents atteints de cette maladie. J'ai également présenté mes résultats dans des conférences provinciale et nationale. Ces expériences furent enrichissantes tant au point de vue du partage des connaissances que des discussions avec les chercheurs du milieu. Il m'est apparu clair que les cliniciens et les chercheurs du domaine aimeraient que plus d'études soient développées sur les habitudes en activités sédentaire et physique des enfants et adolescents diabétiques, sur leurs barrières à une vie active et sur les moyens employés pour surmonter ces barrières. Cela est souhaitable pour aider ces patients à grandir en santé et avoir une bonne qualité de vie.

## Conclusion

Il est connu que les enfants et adolescents DT1 peuvent améliorer leur qualité de vie en utilisant un traitement à l'insuline adéquat et en adoptant de bonnes habitudes de vie telles une alimentation appropriée, une pratique d'activité physique régulière et une réduction du temps passé devant les écrans. Les bienfaits sur la santé des bonnes habitudes de vie sont nombreux pour les patients DT1. Par contre, la présente étude a rapporté qu'une majorité des patients ne suivait pas les recommandations en activités sédentaire et physique. Il n'y avait pas non plus de différence significative entre les patients utilisant la pompe et ceux utilisant les injections d'insuline en ce qui concerne les niveaux d'activités physique et sédentaire. Il y a tout de même espoir pour les patients adolescents dont les parents pratiquent une grande variété d'activité physique, car ceux-ci rapportaient une plus grande pratique d'activité physique d'intensité moyenne à élevée et passaient moins de temps devant les écrans. Un défi entourant la pratique de l'activité physique pour les enfants et adolescents DT1 est la peur de faire des hypoglycémies. Dans la présente étude, une grande proportion des patients rapportait cette barrière et ceci représente un grand défi à surmonter pour arriver à augmenter les niveaux d'activité physique. Des stratégies sont mises à la disposition des patients DT1 pour contourner cette barrière, mais il reste encore du travail de terrain à faire pour bien informer les patients sur tous les outils qui existent. Finalement, il y a un besoin important de faire plus d'études dans ce domaine de recherche pour mieux comprendre la relation entre les habitudes de vie des patients, les barrières à l'exercice, les stratégies utilisées pour diminuer les risques d'hypoglycémies induites par l'exercice et les options de traitement.



## Bibliographie

- Ahern, J. A. H., Boland, E. A., Doane, R., Ahern, J. J., Rose, P., Vincent, M., & Tamborlane, W. V. (2002). Insulin pump therapy in pediatrics: a therapeutic alternative to safely lower HbA1c levels across all age groups. *Pediatric Diabetes*, 3(1), 10-15. doi: <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-5448.2002.30103.x>
- Alvarez-Guisasola, F., Yin, D. D., Nocea, G., Qiu, Y., & Mavros, P. (2010). Association of hypoglycemic symptoms with patients' rating of their health-related quality of life state: a cross sectional study. *Health Qual Life Outcomes*, 8, 86.
- American Diabetes Association. (2003). Physical Activity/Exercise and Diabetes Mellitus. *DIABETES CARE*, 26(suppl 1), s73-s77. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.26.2007.S73>
- American Diabetes Association. (2014). Retrieved May 16th, 2015, from <http://www.diabetes.org/>
- Anderbro, T., Amsberg, S., Adamson, U., Bolinder, J., Lins, P. E., Wredling, R., . . . Johansson, U. B. (2010). Fear of hypoglycaemia in adults with Type 1 diabetes. *Diabetic Medicine*, 27(10), 1151-1158. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-5491.2010.03078.x>
- Anderson, B. J., & McKay, S. V. (2011). Barriers to glycemic control in youth with type 1 diabetes and type 2 diabetes. *Pediatric Diabetes*, 12(3), 197-205.
- Anderson, J. W., Randles, K. M., Kendall, C. W., & Jenkins, D. J. (2004). Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(1), 5-17.
- Bernardini, A. L., Vanelli, M., Chiari, G., Iovane, B., Gelmetti, C., Vitale, R., & Errico, M. K. (2004). Adherence to physical activity in young people with Type 1 diabetes. *ACTA BIO MEDICA ATENEIO PARMENSE*, 153-157.
- Bliss, M. (1997). The discovery of insulin: the inside story. *Publ Am Inst Hist Pharm*, 16, 93-99.

- Boland, E. A., Grey, M., Oesterle, A., Fredrickson, L., & Tamborlane, W. V. (1999). Continuous subcutaneous insulin infusion. A new way to lower risk of severe hypoglycemia, improve metabolic control, and enhance coping in adolescents with type 1 diabetes. *DIABETES CARE*, *22*(11), 1779-1784. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.22.11.1779>
- Brazeau, A. S., Mircescu, H., Desjardins, K., Dubé, M. C., Weisnagel, S. J., Lavoie, C., & Rabasa-Lhoret, R. (2012). The Barriers to Physical Activity in Type 1 Diabetes (BAPAD-1) scale: Predictive validity and reliability. *Diabetes & Metabolism*, *38*(2), 164-170. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabet.2011.10.005>
- Brazeau, A. S., Rabasa-Lhoret, R., Strychar, I., & Mircescu, H. (2008). Barriers to Physical Activity Among Patients With Type 1 Diabetes. *DIABETES CARE*, *31*(11), 2108-2109.
- Brownson, R. C., Baker, E. A., Housemann, R. A., Brennan, L. K., & Bacak, S. J. (2001). Environmental and Policy Determinants of Physical Activity in the United States. *Am J Public Health*, *91*(12), 1995-2003.
- Canadian Diabetes Association. (2015a). Retrieved April 20th, 2015, from <http://www.diabetes.ca>
- Canadian Diabetes Association. (2015b). Benefits of Physical Activity. Retrieved May 29th, 2015, from <http://www.diabetes.ca/diabetes-and-you/healthy-living-resources/exercise/benefits-of-physical-activity>
- Canadian Society of Exercise Physiology. (2015). Canadian Physical Activity Guidelines. Retrieved June 30th, 2015, from <http://www.csep.ca/english/view.asp?x=949>
- Chimen, M., Kennedy, A., Nirantharakumar, K., Pang, T., Andrews, R., & Narendran, P. (2012). What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia*, *55*(3), 542-551.
- Clayton, D., Woo, V., & Yale, J.-F. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Hypoglycemia. *Canadian Journal of Diabetes*, *37*, S69-S71.
- Colley, R. C., Garriguet, D., Janssen, I., Craig, C. L., Clarke, J., & Tremblay, M. S. (2011). Activité physique des enfants et des jeunes au Canada : résultats d'accélérométrie de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé de 2007-2009.

- Dajkovich, G., & Barkley, T. W. (2015). Understanding Insulin Pump Therapy. *Journal of Community Health Nursing*, 32(3), 131-140.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1080/07370016.2015.1057064>
- Danne, T., Bangstad, H.-J., Deeb, L., Jarosz-Chobot, P., Mungaie, L., Saboo, B., . . . Hanas, R. (2014). Insulin treatment in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*, 15(S20), 115-134. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/pedi.12184>
- Diabète Québec. (2014). Retrieved May 3rd, 2015, from <http://www.diabete.qc.ca>
- Dube, M. C., Lavoie, C., Galibois, I., & Weisnagel, S. J. (2012). Nutritional strategies to prevent hypoglycemia at exercise in diabetic adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 44(8), 1427-1432. doi: <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182500a35>
- Dubé, M. C., Valois, P., Prud'homme, D., Weisnagel, S. J., & Lavoie, C. (2006). Physical activity barriers in diabetes: Development and validation of a new scale. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 72(1), 20-27.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2005.08.008>
- Dworatzek, P. D., Arcudi, K., Gougeon, R., Husein, N., Sievenpiper, J. L., & Williams, S. L. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Nutrition Therapy. *Canadian Journal of Diabetes*, 37, Supplement 1(0), S45-S55.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcjd.2013.01.019>
- Franc, S., Daoudi, A., Pochat, A., Petit, M.-H., Randazzo, C., Petit, C., . . . Charpentier, G. (2015). Insulin-based strategies to prevent hypoglycaemia during and after exercise in adult patients with type 1 diabetes on pump therapy: the DIABRASPORT randomized study. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, n/a-n/a.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1111/dom.12552>
- Goldenberg, R., & Punthakee, Z. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Definition, classification and diagnosis of diabetes, prediabetes and metabolic syndrome. *Canadian Journal of Diabetes*, 37, S8-S11.
- Hanas, R. (2001). Insulin pumps in children and adolescents. *Practical Diabetes International*, 18(S5), S6-S6. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/pdi.215>
- Heath, G. W., Parra, D. C., Sarmiento, O. L., Andersen, L. B., Owen, N., Goenka, S., . . . Brownson, R. C. (2012). Evidence-based intervention in physical activity: lessons from around the world. *The Lancet*, 380(9838), 272-281.



- Herbst, A., Bachran, R., Kapellen, T., & Holl, R. W. (2006). Effects of Regular Physical Activity on Control of Glycemia in Pediatric Patients With Type 1 Diabetes Mellitus. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, *160*, 573-577.
- Hirsch, I. B., Farkas-Hirsch, R., & Skyler, J. S. (1990). Intensive Insulin Therapy for Treatment of Type I Diabetes. *DIABETES CARE*, *13*(12), 1265-1283. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.13.12.1265>
- Hoey, H., Aanstoot, H.-J., Chiarelli, F., Daneman, D., Danne, T., Dorchy, H., . . . Åman, J. (2001). Good Metabolic Control Is Associated With Better Quality of Life in 2,101 Adolescents With Type 1 Diabetes. *DIABETES CARE*, *24*(11), 1923-1928. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.24.11.1923>
- Hoogma, R. P. L. M., Hammond, P. J., Gomis, R., Kerr, D., Bruttomesso, D., Bouter, K. P., . . . Bolli, G. B. (2006). Comparison of the effects of continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) and NPH-based multiple daily insulin injections (MDI) on glycaemic control and quality of life: results of the 5-nations trial. *Diabetic Medicine*, *23*(2), 141-147. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-5491.2005.01738.x>
- Imran, S. A., Rabasa-Lhoret, R., & Ross, S. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Targets for glyceemic control. *Canadian Journal of Diabetes*, *37*, S31-S34.
- Johnson, S., Cooper, M., Jones, T., & Davis, E. (2013). Long-term outcome of insulin pump therapy in children with type 1 diabetes assessed in a large population-based case-control study. *Diabetologia*, *56*(11), 2392-2400. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00125-013-3007-9>
- Katamay, S. W., Esslinger, K. A., Vigneault, M., Johnston, J. L., Junkins, B. A., Robbins, L. G., . . . Martineau, C. (2007). *Eating Well with Canada's Food Guide (2007): Development of the Food Intake Pattern* (Vol. 65).
- Kavey, R.-E. W., Allada, V., Daniels, S. R., Hayman, L. L., McCrindle, B. W., Newberger, J. W., . . . Steinberger, J. (2006). Cardiovascular Risk Reduction in High-Risk Pediatric Patients: A Scientific Statement From the American Heart Association Expert Panel on Population and Prevention Science; the Councils on Cardiovascular Disease in the Young, Epidemiology and Prevention, Nutrition, Physical Activity and Metabolism, High Blood Pressure Research, Cardiovascular Nursing, and the Kidney in Heart Disease; and the Interdisciplinary Working Group on Quality of Care and Outcomes Research. *Journal of the American Heart Association*.

- Kodama, S., Tanaka, S., Heianza, Y., Fujihara, K., Horikawa, C., Shimano, H., . . . Sone, H. (2013). Association between physical activity and risk of all-cause mortality and cardiovascular disease in patients with diabetes: a meta-analysis. *DIABETES CARE*, *36*(2), 471-479.
- Kordi, & Ali Rabbani, R. (2007). Exercise and Diabetes Type 1: Recommendations, Safety. *Iranian Journal of Pediatrics*, *17*(1), 52-62.
- Laffel, L. M. B., Vangsness, L., Connell, A., Goebel-Fabbri, A., Butler, D., & Anderson, B. J. (2003). Impact of ambulatory, family-focused teamwork intervention on glycemic control in youth with type 1 diabetes. *The Journal of pediatrics*, *142*(4), 409-416. doi: <http://dx.doi.org/10.1067/mpd.2003.138>
- Landt, K. W., Campaigne, B. N., James, F. W., & Sperling, M. A. (1985). Effects of Exercise Training on Insulin Sensitivity in Adolescents with Type I Diabetes. *DIABETES CARE*, *8*(5), 461-465. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.8.5.461>
- Loche, S., Cambiaso, P., Setzu, S., Carta, D., Marini, R., Borrelli, P., & Cappa, M. (1994). Effect of intensive diabetes treatment on the development and progression of long-term complications in adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus: Diabetes Control and Complications Trial. *The Journal of pediatrics*, *125*(2), 177-338.
- Lukacs, A., Mayer, K., Juhasz, E., Varga, B., Fodor, B., & Barkai, L. (2012). Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*, *13*(5), 432-437. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-5448.2012.00848.x>
- Margeirsdottir, H. D., Larsen, J. R., Brunborg, C., Sandvik, L., & Dahl-Jørgensen, K. (2007). Strong Association Between Time Watching Television and Blood Glucose Control in Children and Adolescents With Type 1 Diabetes. *DIABETES CARE*, *30*(6), 1567-1570. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/dc06-2112>
- McGibbon, A., Richardson, C., Hernandez, C., & Dornan, J. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Pharmacotherapy in Type 1 Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, *37*, *Supplement 1*(0), S56-S60. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcjd.2013.01.020>
- Mehta, S. N., Volkening, L. K., Quinn, N., & Laffel, L. M. (2014). Intensively managed young children with type 1 diabetes consume high-fat, low-fiber diets similar to age-matched controls. *Nutrition Research*, *34*(5), 428-435.

- Misso, M. L., Egberts, K. J., Page, M., O'Connor, D., & Shaw, J. (2010). Continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) versus multiple insulin injections for type 1 diabetes mellitus. *The Cochrane Library*.
- Mohammed, J., Deda, L., Clarson, C. L., Stein, R. I., Cuerden, M. S., & Mahmud, F. H. (2014). Assessment of Habitual Physical Activity in Adolescents with Type 1 Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 38(4), 250-255. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcjd.2014.05.010>
- Moy, C. S., Songer, T. J., LaPorte, R. E., Dorman, J. S., Kriska, A. M., Orchard, T. J., . . . Drash, A. L. (1993). Insulin-dependent Diabetes Mellitus, Physical Activity, and Death. *American Journal of Epidemiology*, 137(1), 74-81.
- Organisation mondiale de la santé. (2014). Rapport sur la situation mondiale des maladies non transmissibles. Retrieved July 4th, 2015, from [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149294/1/WHO\\_NMH\\_NVI\\_15.1\\_fre.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149294/1/WHO_NMH_NVI_15.1_fre.pdf)
- Øverby, N. C., Margeirsdottir, H. D., Brunborg, C., Anderssen, S. A., Andersen, L. F., Dahl-Jørgensen, K., & Norwegian Study Group for Childhood Diabetes. (2009). Physical activity and overweight in children and adolescents using intensified insulin treatment. *Pediatric Diabetes*, 10, 135-141.
- Pańkowska, E., Błazik, M., Dziechciarz, P., Szypowska, A., & Szajewska, H. (2009). Continuous subcutaneous insulin infusion vs. multiple daily injections in children with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Pediatric Diabetes*, 10(1), 52-58. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-5448.2008.00440.x>
- Patton, S. R., Dolan, L. M., Henry, R., & Powers, S. W. (2007). Parental fear of hypoglycemia: young children treated with continuous subcutaneous insulin infusion. *Pediatric Diabetes*, 8, 362-368.
- Pickup, J., & Keen, H. (2002). Continuous Subcutaneous Insulin Infusion at 25 Years Evidence base for the expanding use of insulin pump therapy in type 1 diabetes. *DIABETES CARE*, 25(3), 593-598.
- Pickup, J. C., & Sutton, A. J. (2008). Severe hypoglycaemia and glycaemic control in Type 1 diabetes: meta-analysis of multiple daily insulin injections compared with continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetic Medicine*, 25(7), 765-774. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-5491.2008.02486.x>

- Pivovarov, J. A., Taplin, C. E., & Riddell, M. C. (2015). Current perspectives on physical activity and exercise for youth with diabetes. *Pediatric Diabetes*, n/a-n/a. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/pedi.12272>
- Plotnick, L., & Clark, L. (2001). Insulin Pumps in Children and Adolescents. *The Endocrinologist*, 11(2), 112-117.
- Public Health Agency of Canada. (2011). Diabetes in Canada: Facts and figures from a public health perspective. Retrieved August 24th, 2015, from <http://www.phac-aspc.gc.ca/cd-mc/publications/diabetes-diabete/facts-figures-faits-chiffres-2011/index-eng.php>
- Salem, M. A., AboElAsrar, M. A., Elbarbary, N. S., ElHilaly, R. A., & Refaat, Y. M. (2010). Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetol Metab Syndr*, 2(1), 47.
- Sigal, R. J., Armstrong, M. J., Colbym, P., Kenny, G. P., Plotnikoff, R. C., Reichert, S. M., & Riddell, M. C. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Physical Activity and Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 37, 40-44.
- Skyler, J. S., Ponder, S., Kruger, D. F., Matheson, D., & Parkin, C. G. (2007). Is There a Place for Insulin Pump Therapy in Your Practice? *Clinical Diabetes*, 25(2), 50-56. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/diaclin.25.2.50>
- Stone, J. A., Fitchett, D., Grover, S., Lewanczuk, R., & Lin, P. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Vascular protection in people with diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 37, S100-S104.
- Tappe, M. K., Duda, J. L., & Ehrwald, P. M. (1989). Perceived Barriers To Exercise Among Adolescents. *Journal of School Health*, 59(4), 153-155. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1746-1561.1989.tb04689.x>
- U.S. Department of Health and Human Services. (2012). Hypoglycemia. Retrieved July 4th, 2015, from [http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/hypoglycemia/hypoglycemia\\_508.pdf](http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/hypoglycemia/hypoglycemia_508.pdf)
- Valerio, G., Spagnuolo, M. I., Lombardi, F., Spadaro, R., Siano, M., & Franzese, A. (2007). Physical activity and sports participation in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 17, 376-382.

Wherrett, D., Huot, C., Mitchell, B., & Pacaud, D. (2013). Canadian Diabetes Association 2013 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada: Type 1 diabetes in children and adolescents. *Canadian Journal of Diabetes*, 37, S153-S162.

Yao, C. A., & Rhodes, R. E. (2015). Parental correlates in child and adolescent physical activity: a meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 10.